# Herpetofauna da Amazônia Central

## Estudos na FLONA de Saracá-Taquera


Sérgio Augusto Abrahão Morato
Guilherme Nunes Ferreira
Michela Rossane Cavilha Scupino
(*editores*)

# Herpetofauna da Amazônia Central

## Estudos na FLONA de Saracá-Taquera

**Sérgio Augusto Abrahão Morato**
**Guilherme Nunes Ferreira**
**Michela Rossane Cavilha Scupino**
(*editores*)

**STCP Engenharia de Projetos Ltda.**
Curitiba, Paraná, Brasil

**MRN – Mineração Rio do Norte S.A.**
Porto Trombetas, Oriximiná, Pará, Brasil

Curitiba, PR / Porto Trombetas, PA
2018

## Ficha Catalográfica

Herpetofauna da Amazônia Central: Estudos na FLONA de Saracá-Taquera / Sérgio Augusto Abrahão Morato, ed.; Guilherme Nunes Ferreira, ed.; Michela Rossane Cavilha Scupino, ed.; Curitiba, Pr: STCP Engenharia de Projetos Ltda.; Porto Trombetas, Pa: MRN – Mineração Rio do Norte S.A., 2018.
210p.

ISBN 978-85-68814-03-1

1. Herpetofauna – FLONA de Saracá-Taquera. I. Morato, Sérgio A.A., II. Ferreira, Guilherme N. III. Scupino, Michela R.C., IV. Título.

Depósito Legal na Biblioteca Nacional
conforme Decreto n° 1825, de 20 de dezembro de 1907.

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação
(Câmara Brasileira do Livro, São Paulo, Brasil)

**CAPA**: *Norops ortoni, Phyllomedusa bicolor, Corallus caninus, Podocnemis erythrocephala* e *Melanosuchus niger* (fotos: Sérgio A.A. Morato).

**CITAÇÃO RECOMENDADA**

Morato, S.A.A.; Ferreira, G.N.; Scupino, M.R.C. (eds.), 2018. **Herpetofauna da Amazônia Central: Estudos na FLONA de Saracá-Taquera**. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.; Porto Trombetas: MRN – Mineração Rio do Norte S.A., vii + 210 p.

# Sumário

*Siphlophis compressus*
(Foto: SAA Morato)

# Apresentação

A Floresta Nacional (FLONA) de Saracá-Taquera consiste em uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável inserida no interflúvio dos rios Trombetas e Nhamundá, na porção Noroeste do Estado do Pará, abrangendo partes dos municípios de Oriximiná, Faro e Terra Santa. Localiza-se na transição entre a planície de terras baixas da Amazônia e a formação geológica conhecida como "Escudo das Guianas", região delimitada pelo oceano Atlântico a leste, pelo rio Orinoco a norte e a oeste, pelo rio Negro a sudoeste e pelo rio Amazonas ao sul. A herpetofauna de toda essa região é considerada como muito rica e portadora de diversos endemismos, alguns dos quais relacionados a formações vegetacionais que são estruturadas localmente de maneira exclusiva, entre as quais aquelas presentes em sistemas montanhosos isolados, em áreas campestres periodicamente inundadas e em campinaranas.

Somente para a região da Amazônia brasileira estima-se a ocorrência de 240 répteis e 170 anfíbios. Esses valores possivelmente encontrem-se subestimados, uma vez que estudos recentes conduzidos na região têm revelado tanto a descoberta de novas espécies quanto ampliado a distribuição conhecida de outras. Todos os autores que atuaram na região ao longo das últimas duas décadas salientam a necessidade de realização constante de pesquisas locais.

A MRN – Mineração Rio do Norte S.A. – é uma empresa que atua no ramo de mineração de bauxita, minério de base para a produção de alumínio. A empresa efetua suas atividades desde 1976 na região abrangida pela FLONA, tendo participado ativamente na proposta e na consolidação da criação desta Unidade de Conservação. Desde o início da década de 1980, quando se iniciaram os primeiros projetos de recuperação ambiental das áreas de lavra, a empresa desenvolveu monitoramentos de tais projetos, tendo na herpetofauna um de seus indicadores. Já a partir do ano de 2007, a MRN, através da STCP Engenharia de Projetos Ltda., passou a desenvolver estudos de impactos ambientais e monitoramentos que incluíram avaliações de longa duração sobre a herpetofauna.

A STCP Engenharia de Projetos Ltda., por sua vez, atua nas regiões da FLONA e da REBIO Trombetas desde o ano de 2002, quando foi a empresa responsável pela elaboração dos Planos de Manejo de ambas as Unidades de Conservação. Os

estudos consistiram nos primeiros inventários de grupos como anfíbios, lagartos e serpentes da bacia do rio Trombetas, além de complementar informações previamente existentes na literatura em relação a quelônios e crocodilianos.

Intitulado "Herpetofauna da Amazônia Central: estudos na FLONA de Saracá-Taquera", este livro apresenta os resultados de mais de 10 anos de pesquisas sobre anfíbios e répteis da Unidade de Conservação e suas adjacências, conduzidos pela STCP Engenharia de Projetos Ltda. em atendimento às necessidades da Mineração Rio do Norte - MRN no cumprimento de seus processos de licenciamento e gestão ambiental. Os estudos contaram com a participação de pesquisadores e instituições de pesquisa de diversas regiões do país. Acreditamos que a apresentação dos resultados de tais estudos auxiliem tanto na ampliação do conhecimento de uma das regiões de maior biodiversidade do planeta quanto aumentem a visibilidade da responsabilidade ambiental e social da MRN e da STCP Engenharia de Projetos Ltda. perante a sociedade, na medida em que demonstram os resultados do processo de gestão ambiental das áreas afetadas pelo empreendimento minerário e concluem, sempre que cabível, com recomendações de ações necessárias para a melhoria desse processo. Esta condição é particularmente relevante na medida em que a herpetofauna é considerada como uma excelente indicadora de condições ambientais.

Esperamos que este livro seja útil para a sociedade e para a conservação da biodiversidade tanto da FLONA quanto da Amazônia e do Brasil como um todo, na medida em que são apresentados métodos que entendemos serem replicáveis a estudos similares em diversas regiões do país. Esperamos também que todos aqueles que tenham acesso a esta obra a apreciem e, se pertinente, que façam suas críticas e considerações, sempre em prol da ampliação do conhecimento técnico e científico. Este é o objetivo máximo dos estudos aqui apresentados.

Os Editores

*Chelonoidis carbonarius*
(Foto: SAA Morato)

# Agradecimentos

Este livro e seus capítulos foram passíveis de serem elaborados graças à colaboração de diversas pessoas e instituições. Agradecemos especialmente ao Diretor Presidente da Mineração Rio do Norte, Dr. Guido Germani; ao Gerente de Saúde, Segurança e Meio Ambiente, Dr. Paulo Ayres Muselli de Mendonça; e ao Gerente do Departamento de Controle Ambiental, Eng. Marcelo Thomy Menezes Dultra, pelo apoio constante e sempre presente ao desenvolvimento dos trabalhos aqui apresentados. Da mesma forma, agradecemos de maneira especial à STCP Engenharia de Projetos Ltda., nas pessoas de seus Presidente e Vice-Presidente, Dr. Ivan Tomaselli e Dr. Joésio Deoclécio Pierin Siqueira, pelo constante apoio e motivação à publicação de resultados dos trabalhos desenvolvidos pela empresa.

Agradecemos também ao ICMBIO Trombetas, na pessoa do Sr. Marcello Borges de Oliveira e Silva, e ao DILIC-IBAMA/DF, Sra. Kenya Carla Cardoso Simões e sua equipe, pelos apoios recebidos ao desenvolvimento dos trabalhos e emissões das licenças para tal.

Outros agradecimentos especiais são os seguintes:

- Às senhoras Maria do Socorro Amorim Bentes e Rute Oliveira Souza, secretárias das gerências da MRN, que sempre foram muito atenciosas e prontas a nos auxiliarem em todas as demandas dos trabalhos. Sem elas, certamente os estudos não seriam passíveis de serem desenvolvidos.

- À equipe técnica da Unidade de Meio Ambiente da STCP Engenharia de Projetos Ltda., especialmente ao pessoal da área de Geoprocessamento (Juliana, Alisson, Francelino e Osmar), pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos.

- A Julio Cesar de Moura-Leite, curador da coleção de herpetologia do Museu de História Natural Capão da Imbuia em Curitiba, pela sua pronta disposição para o tombamento e auxílio na identificação de espécimes provenientes dos estudos conduzidos.

Por fim, agradecemos o apoio de todos os colaboradores e auxiliares, moradores das comunidades quilombolas ribeirinhas do rio Trombetas, que nos acompanharam nas fases de campo. Sem eles seria impossível obter os resultados aqui apresentados.

*Thecadactylus rapicauda*
(Foto: SAA Morato)

# Autores e Vínculos Institucionais

Sérgio Augusto Abrahão Morato (Editor)[1]
Guilherme Nunes Ferreira (Editor)[2]
Michela Rossane Cavilha-Scupino (Editora)[1]

Adriano Augusto Vilhena Martins[3]
Aline Peruchi[4]
Ana Lúcia da Costa Prudente[5]
Anderson Paz da Silva
Daniel Sebastião Angelo Junior[1]
Davidson Clayton Azevedo Sodré
Eliana Faria de Oliveira[6]
Fabrício Locatelli Trein
Fernanda Stender de Oliveira
Gleomar Fabiano Maschio[3]
Graciele Aparecida Nogueira
Ivan França e Souza
João Fabricio de Melo Sarmento[5]
José Antônio Renan Bernardi[7]
Karina Lucas Silva-Brandão[4]
Lilian Freitas Bastos
Lucas Reinert Laufer Pereira Mendes
Luciano Martins Verdade[4]
Luciano Moreira Ceolin[1]
Magno Vicente Segalla[8]
Marcela Mainardes Tempo
Maria Lindalva Soares da Silva
Noemy Seraphim[9]
Phablo Ney Souza da Silva
Pedro de Oliveira Calixto
Rafael Silveira Ribeiro[1]
Raissa Fries Bressan
Ramon Gomes
Renato Neves Feio[10]
Ulisses Galatti[5]
Urubatan Moura Skerrat Suckow[1]
Victor Botelho Graça Veras Batista
Vilmar Fernando Bueno Júnior[1]
Vinícius de Avelar São Pedro[11]

1. STCP Engenharia de Projetos Ltda. Curitiba, PR
2. MRN–Mineração Rio do Norte. Porto Trombetas, Oriximiná, PA
3. UFPA–Universidade Federal do Pará. *Campi* Soure/Marajó e Belém, PA
4. CENA/USP–Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP
5. MPEG–Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, PA
6. UFMS-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS
7. IFPA–Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Bragança, PA
8. MHNCI–Museu de História Natural Capão da Imbuia. Curitiba, PR
9. IFSP–Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Campinas, SP
10. UFV–Universidade Federal de Viçosa, MG
11. UFSCAR–Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino. Buri, SP

*Chironius carinatus*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 1*

# Levantamento, Distribuição e Hábitats dos Répteis da FLONA de Saracá-Taquera, Amazônia Central, Estado do Pará, Brasil

Sérgio Augusto Abrahão Morato
Guilherme Nunes Ferreira
Fabrício Locatelli Trein
Fernanda Stender de Oliveira
Ana Lúcia da Costa Prudente
Gleomar Fabiano Maschio
Ulisses Galatti
João Fabricio de Melo Sarmento
Pedro de Oliveira Calixto
Lucas Reinert Laufer Pereira Mendes

**Resumo**

A Floresta Nacional de Saracá-Taquera é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável localizada na Amazônia central e ao norte do rio Amazonas, na região conhecida como Escudo das Guianas. Estudos sobre a herpetofauna local, realizados desde 2004 para o Plano de Manejo da Unidade e para diversos processos de licenciamento de atividades de mineração de bauxita para a Mineração Rio do Norte, permitiram o registro local de 126 espécies de répteis, sendo 13 quelônios, quatro crocodilianos, 35 lagartos, quatro anfisbenas e 70 serpentes. A riqueza de répteis local é considerada elevada e típica de sistemas florestais densos da Amazônia central. A continuidade do estudo pode revelar a ocorrência de outras espécies locais.

**Abstract**

The Saracá-Taquera National Forest is a sustainable use conservation unit located in the central Amazon and north of the Amazon River, in the Guiana Shield region. Studies on the local herpetofauna carried out since 2004 for the Unit Management Plan and for various licensing processes for bauxite mining activities for Mineração Rio do Norte allowed local registration of 126 species of reptiles, 13 of which were chelonians, four crocodilians, 35 lizards, four amphibians and 70 snakes. The local reptile richness is considered high and typical of dense forest systems of central Amazonia. The continuity of the study may reveal the occurrence of other local species.

## Introdução

A Amazônia é um dos grandes centros tropicais de biodiversidade do globo, abrigando elevado número de espécies endêmicas (Ab'Sáber, 1996), *i.e.*, espécies cujos limites de distribuição são coincidentes com o da Floresta Amazônica e outros ecossistemas exclusivos do bioma.

A grande diversidade de espécies da Amazônia está associada à sua elevada variabilidade fitofisionômica, hídrica e climática, bem como a aspectos históricos de estruturação dessas condições. A heterogeneidade do hábitat ou diversidade estrutural cria uma alta variedade de nichos (s. Kloper & MacArthur, 1960; Pianka, 1994), que é apontada como um dos fatores preponderantes para explicar a grande diversidade de anfíbios e répteis em áreas tropicais (Vitt, 1996) e pela alta proporção de táxons confinados ao dossel médio e superior da floresta (ver Martins & Oliveira, 1998).

A diversidade de ambientes presentes na Amazônia é um reflexo da história geológica particular do bioma e, também, função da influência dos ecossistemas circundantes. Variações existentes nas comunidades florísticas e faunísticas de diferentes porções do território são largamente conhecidas na literatura. Diversos autores reconhecem que a Amazônia é subdividida em diversas regiões ou Centros de Endemismo, os quais apresentam maior ou menor similaridade entre si conforme as composições de espécies e de endemismos que compõem cada região (*e.g.*, Müller, 1973; Cracraft, 1985; Haffer & Prance, 2001; Silva *et al.*, 2005).

No caso da porção localizada ao norte do rio Amazonas, a maior parte do território insere-se no contexto do Centro de Endemismo das Guianas, o qual é delimitado pelo oceano Atlântico a leste, pelo rio Orinoco a norte e a oeste, pelo rio Negro a sudoeste e pelo rio Amazonas ao sul (Hollowell & Reynolds, 2005; Silva *et al*., 2005). A herpetofauna de toda essa grande região é considerada como muito rica e portadora de diversos endemismos, alguns dos quais relacionados às formações vegetacionais que são estruturadas localmente de maneira exclusiva, entre as quais aquelas presentes em sistemas montanhosos isolados, em áreas campestres periodicamente inundadas e em campinaranas (Hoogmoed, 1973; Hollowell & Reynolds, 2005; Ávila-Pires *et al*., 2010). Somente para a região brasileira do Centro das Guianas estima-se a ocorrência de cerca

de 200 répteis, alguns dos quais ainda sem descrição (Hollowell & Reynolds, 2005; Ávila-Pires *et al*., 2010; Morato *et al*., 2014).

No geral, a fauna de toda a grande região do Centro das Guianas é considerada como ainda em bom estado de conservação, decorrente da baixa densidade populacional humana e acessos limitados a muitas regiões (Hollowell & Reynolds, 2005). Na porção brasileira, esta situação é particularmente observada em função também da existência de Unidades de Conservação de grandes dimensões, a exemplo do Parque Nacional Montanhas de Tumucumaque no Amapá e da Reserva Biológica do Rio Trombetas e da FLONA de Saracá-Taquera no Pará. Contudo, muito embora estudos recentes tenham sido conduzidos nestas unidades e em algumas outras porções do Centro das Guianas no Brasil, o estado de conhecimento sobre a herpetofauna pode ser ainda considerado como incipiente, em especial no que tange às relações entre as espécies com a complexidade de ecossistemas existentes na região (Ávila-Pires *et al*., 2007, 2010; Morato *et al*., 2014).

A Floresta Nacional (FLONA) de Saracá-Taquera consiste em uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável inserida no interflúvio dos rios Trombetas e Nhamundá, na porção Noroeste do Estado do Pará (Figura 1). A UC insere-se ainda na transição entre a planície Amazônica e o Escudo das Guianas, pertencendo assim ao contexto do Centro de Endemismo das Guianas. Estudos sobre a herpetofauna local vêm sendo conduzidos desde o ano de 2004, quando foi elaborado o primeiro Plano de Manejo da FLONA (STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004). A partir de 2007, diversos outros estudos, destinados ao licenciamento de empreendimentos minerários e monitoramentos, foram e/ou vêm sendo também conduzidos, resultando em um conjunto significativo de informações sobre a composição herpetofaunística regional. Mais recentemente, uma lista de répteis e anfíbios da UC foi apresentada por Morato *et al.* (2014), porém sem um detalhamento sobre os ambientes de ocorrência das espécies. Desde tal publicação, ainda, novos registros foram obtidos em função da continuidade dos estudos.

Este trabalho apresenta uma atualização da lista de répteis registrados para a FLONA de Saracá-Taquera apresentada por Morato *et al.* (2014), bem como informações sobre os ambientes de ocorrência de cada espécie na UC.

**Figura 1 – Localização da FLONA de Saracá-Taquera no Estado do Pará, Brasil.**

## Material e Métodos

O presente estudo consiste em uma compilação de informações obtidas a partir do levantamento bibliográfico, de resultados de inventários, monitoramentos e resgates da herpetofauna conduzidos para os processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos da Mineração Rio do Norte (e.g., MRN, 2007a, 2007b, 2012, 2017), assim como para o Plano de Manejo da FLONA de Saracá-Taquera (STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004). Tais estudos foram conduzidos, em sua maioria, pelos autores do presente capítulo entre os anos de

2003 e 2004 e ininterruptamente a partir do ano de 2007, perfazendo portanto 12 anos de amostragens locais.

Os métodos de coleta e observação de espécimes foram diversos e com esforços diferenciados segundo cada estudo (ver, por exemplo, os capítulos 3, 4, 6 e 7 deste livro), não sendo aqui detalhados. Em geral, contaram com busca ativa em trilhas, coletas por terceiros e, na maioria dos casos, com uso de armadilhas de barreira e queda. Espécimes obtidos encontram-se depositados nas coleções herpetológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém-PA, do Museu de História Natural Capão da Imbuia em Curitiba-PR e da Universidade de Brasília-DF. Este material foi reavaliado posteriormente ao estudo de Morato *et al.* (2014) com vistas à confirmação das espécies, sendo as eventuais modificações ou complementações apresentadas no presente estudo.

Quanto à distribuição das espécies segundo diferentes ambientes, foram consideradas as fitofisionomias, tipos de cursos d'água e formações geomorfológicas presentes na FLONA. Para efeitos desse estudo, os ambientes foram categorizados em:

a) Formações vegetacionais: i) Floresta de Terra Firme (FTF), incluindo as variações de Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Floresta Ombrófila Aberta; ii) Floresta Inundável (FIN), também denominada como Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou Igapó; iii) Campinas e Campinaranas (CAM); e iv) Formações Pioneiras de Influência Fluvial (FPF), geralmente estabelecidas em planícies marginais a grandes rios e também denominadas na região como várzeas, banhados ou chavascais.

b) Formações Geomorfológicas: na FLONA e seu entorno, as formações geomorfológicas existentes são as seguintes: i) Platôs (PLT), que consistem em áreas elevadas e planas com altitudes variando entre 130 a 180 metros; ii) Encostas (ENC), áreas íngremes margians aos platôs com declividades iguais ou superiores a 30%; iii) Baixios (BAX), que consistem em áreas planas localizadas em altitudes inferiores a 100 metros, em geral localizadas entre platôs e comportando igarapés e vegetação de terras baixas; e iv) Planícies Aluviais (PLN), que consistem em extensas áreas planas próximas aos grandes rios locais.

c) Tipos de ambientes aquáticos: i) Igarapés (IGR), que consistem em pequenos cursos d'água em meio a florestas; ii) Rios (RIO), que abrangem os grandes cursos d'água locais (rios Trombetas e Nhamundá); iii) Lagos (LAG), que abrangem grandes áreas marginais aos rios e apresentam águas predominantemente lênticas.

## Resultados e Discussão

Por ocasião da publicação do "Guia Fotográfico de Identificação da Herpetofauna da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará" (Morato *et al.*, 2014), um total de 123 espécies de répteis foi registrado para a Unidade de Conservação. Na época, os autores salientaram a possibilidade de ocorrência de outras espécies na região, tais como a serpente *Oxyrhopus vanidicus,* não apresentada no guia em si, porém computada no mesmo para a riqueza da FLONA.

Passados pouco mais de três anos da publicação, pelo menos outras três espécies de répteis foram registradas na UC (média de uma nova espécie por ano), sendo duas serpentes e um lagarto. Desta forma, perfaz-se até o momento o registro de 126 espécies de répteis para a FLONA, subdivididos em quatro crocodilianos da família Alligatoridae, 13 quelônios (sendo dois Testudinidae, um Geoemydidae, cinco Podocnemididae e cinco Chelidae), 35 lagartos (distribuídos em um Phyllodactylidae, cinco Sphaerodactylidae, um Gekkonidae, quatro Dactyloidae, um Iguanidae, um Polychrotidae, quatro Tropiduridae, um Mabuyidae, 11 Gymnophthalmidae e seis Teiidae), quatro anfisbenas (Amphisbaenidae) e 70 serpentes (sendo uma Anomalepididae, uma Leptotyphlopidae, uma Typhlopidae, uma Aniliidae, cinco Boidae, 17 Colubridae, 36 Dipsadidae, seis Elapidae e duas Viperidae).

As novas ocorrências registradas para a FLONA consistem nas serpentes *Thamnodynastes lanei* (Dipsadidae) e *Micrurus paraensis* (Elapidae) e uma provável nova espécie de lagarto do gênero *Gonatodes* (Sphaerodactylidae), possivelmente pertencente ao grupo *concinnatus* (*sensu* Sturaro & Ávila-Pires, 2011). O registro de *T. lanei* amplia a distribuição da espécie apresentada por Bailey *et al.* (2005) em mais de 120 km a oeste, tendo sido derivado de um único exemplar obtido a partir de atividades de resgates de fauna na FLONA.

Quanto a *Gonatodes* sp., dois espécimes foram obtidos também por operações de resgate de fauna (Figura 2). Entretanto, em função das licenças para o resgate exigirem a soltura de animais capturados que se encontrem em condições de sobrevivência, os técnicos que atuaram nas atividades acabaram por soltar os espécimes, efetuando apenas a tomada das fotografias que ilustram o presente trabalho. Desta forma, coletas são necessárias para que se possa realizar a descrição formal da espécie com base em exemplares-tipo. Recomenda-se fortemente que as ações de resgate de fauna, realizadas na FLONA e em todo o país, permitam o colecionamento de espécimes de difícil identificação em campo com vistas à ampliação do conhecimento científico sobre a biodiversidade brasileira (*e.g.,* Rodrigues, 2006; Marini & Marinho-Filho, 2006).

***Figura 2 – Exemplar de espécie ainda não descrita do gênero* Gonatodes *(possivelmente pertencente ao grupo* concinnatus*) registrada na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) Vista dorso-lateral do espécime capturado; B) Vista ventral (Fotos: Equipe da FIT – Faculdades Integradas do Tapajós).

A Tabela 1 apresenta a lista de répteis registrados para a FLONA de Saracá-Taquera, acompanhadas de informações sobre as formações vegetacionais, geomorfológicas e/ou tipos de recursos hídricos aonde cada espécie foi até o momento encontrada. Ilustrações das espécies podem ser verificadas em Morato *et al.* (2014).

***Tabela 1 – Répteis registrados para a FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil, e respectivas formações vegetacionais, formações geomorfológicas e tipos de ambientes aquáticos com ocorrências registradas.***

| ***TÁXON*** | **Formações Vegetacionais** | **Formações Geomorfológicas** | **Ambientes Aquáticos** |
|---|---|---|---|
| **CROCODYLIA** | | | |
| **Alligatoridae** | | | |
| *Caiman crocodilus* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Melanosuchus niger* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Paleosuchus palpebrosus* | FIN, FTF, FPF | PLT, BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| *Paleosuchus trigonatus* | FIN, FTF | PLT, BAX, PLN | IGR, RIO |
| **TESTUDINES** | | | |
| **Testudinidae** | | | |
| *Chelonoidis carbonarius* | FTF, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| *Chelonoidis denticulatus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| **Geoemydidae** | | | |
| *Rhinoclemmys punctularia* | FTF, FIN, FPF | PLT, BAX, PLN | IGR, RIO |
| **Podocnemididae** | | | |
| *Podocnemis erythrocephala* | FPF | PLN | LAG |
| *Podocnemis expansa* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Podocnemis sextuberculata* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Podocnemis unifilis* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Peltocephalus dumerilianus* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| **Chelidae** | | | |
| *Chelus fimbriatus* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| *Mesoclemmys gibba* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| *Mesoclemmys raniceps* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Platemys platycephala* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, LAG |
| *Rhinemys rufipes* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| **SQUAMATA** | | | |
| **Lagartos** | | | |
| **Phyllodactylidae** | | | |
| *Thecadactylus rapicauda* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| **Sphaerodactylidae** | | | |
| *Chatogekko amazonicus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Gonatodes annularis* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Gonatodes humeralis* | FTF, FIN, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| *Gonatodes* sp. | FTF | PLT | - |
| *Pseudogonatodes guianensis* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| **Gekkonidae** | | | |
| *Hemidactylus mabouia* | FTF | BAX | - |
| **Dactyloidae** | | | |
| *Dactyloa punctata* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Norops chrysolepis* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Norops fuscoauratus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |

| *TÁXON* | Formações Vegetacionais | Formações Geomorfológicas | Ambientes Aquáticos |
|---|---|---|---|
| *Norops ortonii* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| **Iguanidae** | | | |
| *Iguana iguana* | FTF, FIN, CAM, FPF | BAX, PLN | - |
| **Polychrotidae** | | | |
| *Polychrus marmoratus* | FTF | PLT, ENC | - |
| **Tropiduridae** | | | |
| *Plica plica* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Plica umbra* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Uracentron azureum* | FTF | PLT | |
| *Uranoscodon superciliosus* | FIN | BAX | |
| **Mabuydae** | | | |
| *Copeoglossum nigropunctatum* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| **Gymnophthalmidae** | | | |
| *Alopoglossus angulatus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Arthrosaura reticulata* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Bachia flavescens* | FTF | PLT | - |
| *Cercosaura ocellata* | FTF | PLT | - |
| *Iphisa elegans* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Leposoma guianense* | FTF | PLT, ENC, BAX | |
| *Neusticurus ecpleopus* | FIN | BAX | IGR |
| *Neusticurus rudis* | FIN | ENC, BAX | IGR |
| *Ptychoglossus brevifrontalis* | FTF | PLT | - |
| *Tretioscincus agilis* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Tretioscincus oriximinensis* | FTF | BAX | - |
| **Teiidae** | | | |
| *Ameiva ameiva* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Cnemidophorus cryptus* | FTF, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Cnemidophorus lemniscatus* | FTF, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Crocodilurus amazonicus* | FIN | ENC, BAX | IGR |
| *Kentropyx calcarata* | FTF, FIN, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| *Tupinambis teguixin* | FTF, FIN, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| **Amphisbaenia** | | | |
| **Amphisbaenidae** | | | |
| *Amphisbaena alba* | FTF | PLT | - |
| *Amphisbaena amazonica* | FTF | PLT | - |
| *Amphisbaena vanzolinii* | FTF | PLT | - |
| *Mesobaena rhachicephala* | FTF | PLT, BAX | - |
| **Serpentes** | | | |
| **Anomalepididae** | | | |
| *Typhlophis squamosus* | FTF | PLT | - |
| **Leptotyphlopidae** | | | |
| *Epictia tenella* | FTF | PLT, BAX | - |
| **Typhlopidae** | | | |
| *Amerotyphlops reticulatus* | FTF | PLT, BAX | - |
| **Anyliidae** | | | |
| *Anylius scytale* | FTF | PLT, BAX | - |

| *TÁXON* | Formações Vegetacionais | Formações Geomorfológicas | Ambientes Aquáticos |
|---|---|---|---|
| **Boidae** | | | |
| *Boa constrictor* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Corallus caninus* | FTF | PLT, ENC | - |
| *Corallus hortulanus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Epicrates cenchria* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Eunectes murinus* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, RIO, LAG |
| **Colubridae** | | | |
| *Chironius carinatus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Chironius exoletus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Chironius fuscus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Chironius multiventris* | FTF | PLT | - |
| *Chironius scurrulus* | FTF | PLT | - |
| *Dendrophidion dendrophis* | FTF | PLT, ENC | |
| *Drymarchon corais* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Drymoluber dichrous* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Leptophis ahaetulla* | FTF, FIN | PLT, BAX | - |
| *Mastigodryas boddaerti* | FTF, CAM, FPF | PLT, ENC, PLN | - |
| *Oxybelis aeneus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Oxybelis fulgidus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Phrynonax poecilonotus* | FTF, FIN | PLT, BAX | - |
| *Rhynobothryum lentiginosum* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Spilotes sulphureus* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Spilotes pullatus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | - |
| *Tantila melanocephala* | FTF | PLT, BAX | - |
| **Dipsadidae** | | | |
| *Apostolepis nigrolineata* | FTF | PLT | - |
| *Atractus major* | FTF | PLT | - |
| *Atractus schach* | FTF | PLT | - |
| *Atractus snethlegeae* | FTF | PLT, ENC | - |
| *Atractus torquatus* | FTF | PLT | - |
| *Clelia clelia* | FTF | PLT | - |
| *Dipsas catesbyi* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Dipsas indica* | FTF | PLT | - |
| *Drepanoides anomalus* | FTF | PLT | - |
| *Erythrolamprus aesculapii* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Erythrolamprus pygmaeus* | FTF, FIN | PLT, BAX | - |
| *Erythrolamprus reginae* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Erythrolamprus taeniogaster* | FIN | BAX, PLN | |
| *Erythrolamprus typhlus* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | - |
| *Helicops angulatus* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, LAG |
| *Helicops leopardinus* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, LAG |
| *Hydrodynastes gigas* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Hydrops martii* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, LAG |
| *Imantodes cenchoa* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Leptodeira annulata* | FTF, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| *Oxyrhopus occipitalis* | FTF | PLT | - |

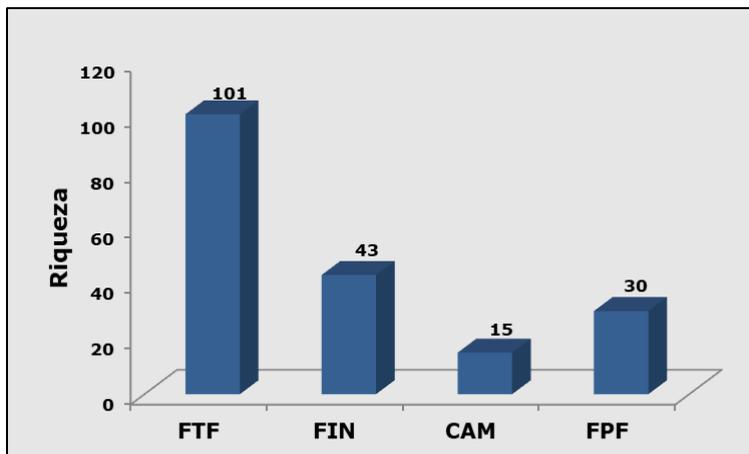
| *TÁXON* | Formações Vegetacionais | Formações Geomorfológicas | Ambientes Aquáticos |
|---|---|---|---|
| *Oxyrhopus melanogenys* | FTF | PLT, ENC | - |
| *Oxyrhopus petolarius* | FTF | PLT | - |
| *Oxyrhopus vanidicus* | FTF | PLT | - |
| *Philodryas argentea* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Philodryas viridissima* | FTF | PLT | - |
| *Pseudoboa coronata* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Pseudoboa martinsi* | FTF | PLT | - |
| *Pseudoboa neuwiedi* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Pseudoeryx plicatilis* | FPF | PLN | - |
| *Siphlophis cervinus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Siphlophis compressus* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Taeniophallus brevirostris* | FTF | PLT | - |
| *Taeniophallus nicagus* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Xenodon rabdocephalus* | FTF | PLT | - |
| **Elapidae** | | | |
| *Micrurus averyi* | FTF | PLT, BAX | - |
| *Micrurus hemprichii* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Micrurus lemniscatus* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Micrurus paraensis* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |
| *Micrurus spixii* | FTF | PLT | - |
| *Micrurus surinamensis* | FIN | BAX | IGR |
| **Viperidae** | | | |
| *Bothrops atrox* | FTF, FIN, CAM | PLT, ENC, BAX | - |
| *Lachesis muta* | FTF | PLT, ENC, BAX | - |

Legenda: Formações vegetacionais: FTF - Florestas de Terra Firme; FIN - Florestas Inundáveis; CAM - Campinas e Campinaranas; FPF - Formações Pioneiras de Influência Fluvial; Formações Geomorfológicas: PLT - Platôs; ENC - Encostas; BAX - Baixios; PLN - Planície Aluvial; Cursos d'Água: IGR - Igarapés; RIO - Rios; LAG - Lagos.

A análise da Tabela 1 demontra que, a partir dos dados obtidos ao longo dos estudos realizados, a maior riqueza de répteis da FLONA é associada à Floresta de Terra Firme (Figura 3). Pelo menos 101 espécies (valor equivalente a 80,2% da riqueza total da UC) são encontradas nesta fitofisionomia. Esta condição se deve, em parte, ao fato de que o maior volume dos estudos conduzidos na FLONA foram realizados em locais aonde essa formação florestal é predominante, especialmente sobre os platôs aonde ocorre a exploração mineral.

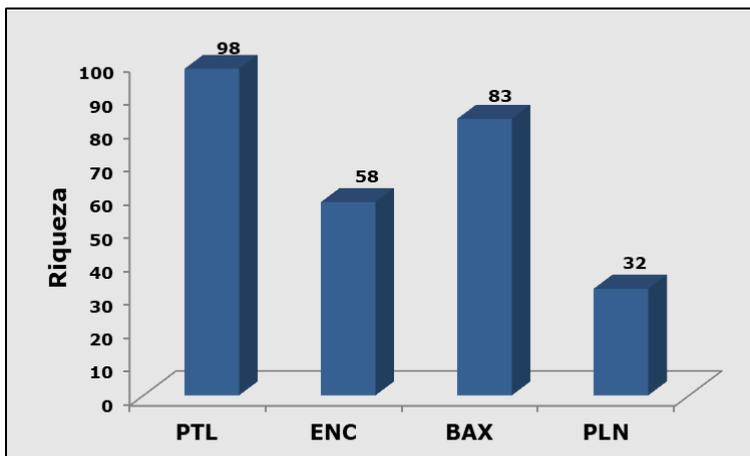
Após a Floresta de Terra Firme, as maiores riquezas de répteis são registradas, em ordem, nas Florestas Inundáveis (43 espécies; 34,1% da riqueza da FLONA), Formações Pioneiras de Influência Fluvial (30 espécies; 23,8%) e Campinas e Campinaranas (15 espécies; 11,9%). É provável que esses valores sejam ampliados à medida em que novos estudos sejam conduzidos nessas fisionomias. Porém, a ordem dos valores

segundo as tipologias deve refletir a distribuição da riqueza pelos diferentes ecossistemas locais. Deve-se considerar, por exemplo, a maior diversidade de substratos para espécies arborícolas e subterrâneas na Floresta de Terra Firme em relação às demais formações, que geralmente apresentam árvores mais finas e esparças, solos desprovidos de serapinheira e/ou são sujeitas a inundações periódicas, condições que limitam a disponibilidade de hábitats a tais espécies (*e.g.*, Zimmerman & Rodrigues, 1990; Strussmann & Sazima, 1993; Martins & Oliveira, 1998). Além disso, deve-se considerar que a Floresta de Terra Firme abrange o sistema de maiores dimensões da região, denotando uma relação positiva entre área e riqueza.

***Figura 3 – Riqueza de répteis segundo diferentes formações vegetacionais presentes na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: FTF - Floresta de Terra Firme; FIN - Floresta Inundável; CAM - Campinas e Campinaranas; FPF - Formações Pioneiras de Influência Fluvial.

Em relação às formações geomorfológicas, as maiores riquezas são registradas sobre os platôs da FLONA (98 espécies, valor equivalente a 77,8% do total registrado para a UC). Também nesse caso deve-se considerar que os platôs consistem nos locais com maior esforços de coletas na região. Essa unidade geomorfológica é seguida pelos baixios (com 83 espécies; 65,9%), pelas encostas (58 espécies; 46%) e, finalmente, pelas planícies aluviais (32 espécies; 25,4%) (Figura 4).

Considerando haver uma continuidade fisionômica ao longo do gradiente ambiental entre o topo dos platôs, as encostas e os baixios da FLONA (em geral recobertos por Floresta de Terra Firme, muito embora nos baixios essa formação se mescle com as Florestas Inundáveis), é provável que muitas das espécies atualmente registradas apenas sobre os platôs ocorram também nessas outras duas formações geomorfológicas. Entretanto, observações de campo efetuadas nas encostas demonstram que estas apresentam em geral menor cobertura vegetal e alta incidência de áreas abertas, decorrentes de menor profundidade do solo (o que limita o desenvolvimento da vegetação) e de deslizamentos naturais decorrentes da declividade acentuada em diversos locais. Desta forma, a menor riqueza registrada nas encostas em relação aos baixios pode deter uma condição natural, não sendo necessariamente decorrende de falhas amostrais. Além disso, deve-se considerar que os baixios, ao contemplarem uma situação de transição entre as Florestas de Terra Firme e a Inundável, contempla espécies exclusivas e associadas a ambientes úmidos e alagáveis, a exemplo de quelônios aquáticos, do lagarto *Neusticurus ecpleopus* e das serpentes dos gêneros *Helicops* e *Hydrops*.

***Figura 4 – Riqueza de répteis segundo diferentes formações geomorfologicas presentes na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: PLT - Platôs; ENC - Encostas; BAX - Baixios; PLN - Planícies aluviais.

Em relação às encostas, ainda, deve-se salientar que, embora estas encontrem-se em posição intermediária entre os baixios e o topo dos platôs, muitas espécies devem apenas transpor as mesmas durante deslocamentos, não chegando a se estabelecer localmente. Esse parece ser o caso das espécies de jacarés do gênero *Paleosuchus* e do quelônio *Rhynoclemmys punctularia*, os quais são encontrados em poças temporárias sobre os platôs durante a estação chuvosa, retornando aos igarapés por ocasião da estiagem (*e.g.*, Morato *et al*., 2011). As encostas, por sua conformação íngreme, não permitem a formação desse tipo de ambiente, limitando portanto sua ocupação por essas espécies. Por sua vez, os registros dos lagartos aquáticos *Neusticurus rudis* e *Crocodilurus amazonicus* devem-se à presença de nascentes dos igarapés nas mesmas (ver Capítulo 3).

Quanto às planícies aluviais, a maior parte da herpetofauna presente nas mesmas abrange espécies aquáticas (em especial aquelas associadas a lagos e a grandes rios), por espécies associadas a ambientes abertos periodicamente alagáveis e/ou a espécies com ampla distribuição pelos tipos de formações vegetacionais (ver Tabela 1).

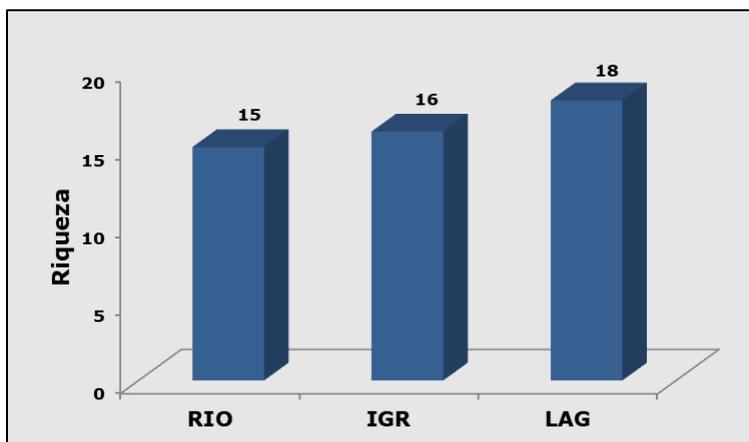
Quanto às espécies aquáticas, por fim, as mesmas perfazem um total de 24 espécies (19% da riqueza da FLONA), valor que indica a relevância dos ecossistemas aquáticos para a conservação da herpetofauna regional. Considerando os três tipos de ambientes aquáticos, verifica-se que os lagos agregam a maior riqueza (18 espécies; 75% do total de répteis aquáticos regionais e 14,3% da riqueza total de espécies). Dentre as espécies registradas para este tipo de ambiente, apenas uma (*Podocnemis erythrocephala*) é registrada exclusivamente para o mesmo; as demais espécies ocorrem também nos grandes rios locais e/ou nos igarapés, com destaque aos primeiros (Tabela 1).

Segundo Rueda-Almonacid *et al.* (2007), o hábitat de *Podocnemis erythrocephala* consiste em geral em lagos marginais a grandes rios das bacias do Negro e do terço superior do Amazonas, muito embora possa ser também encontrada em pequenos tributários (ver Capítulo 6). A espécie apresenta populações disjuntas ao longo de sua distribuição, sendo possível que os indivíduos se desloquem pelos rios durante períodos reprodutivos. Esta condição ainda demanda estudos, porém, caso confirmada, determinará a presença da espécie em outros ambientes aquáticos distintos.

Já quanto aos grandes rios locais, os mesmos consistem no hábitat de 15 espécies (62,5% do total de espécies aquáticas e 11,9% do total geral da FLONA). Não há nenhuma espécie exclusiva desse tipo de ambiente, sendo que a maioria, conforme citado acima, habita também os lagos regionais.

Quanto aos igarapés, por fim, os mesmos são habitados por 16 espécies (66,7% do total de espécies aquáticas e 12,7% do total geral da FLONA). Dentre estas, quatro (*Neusticurus ecpleopus, N. rudis, Crocodilurus amazonicus* e *Micrurus surinamensis*) são até o momento registradas apenas para este tipo de ambiente. É possível que tal condição se deva a lacunas amostrais nas demais condições (especialmente considerando-se a ampla distribuição de *C. amazonicus* e *M. surinamensis*), sendo a mesma ainda sujeita a confirmação em estudos futuros.

A Figura 5 apresenta a incidência das espécies aquáticas segundo as três categorias de ambientes presentes na FLONA e em seu entorno.

***Figura 5 – Riqueza de répteis segundo diferentes tipos de ambientes aquáticos presentes na FLONA de Saracá-Taquera e seu entorno, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: RIO - Grandes rios; IGR - Igarapés; LAG - Lagos.

## Conclusões

Os estudos sobre a herpetofauna da FLONA de Saracá-Taquera, conduzidos ao longo de 12 anos de amostragem, indicam uma elevada diversidade de répteis, com 126 espécies registradas, perfazendo mais de 60% da riqueza total para a região Amazônica brasileira inserida no Centro das Guianas. Esses números possivelmente apresentarão acréscimos na medida em que mais estudos forem conduzidos na região, como bem expressam os registros recentes de espécies ao longo dos últimos anos.

Considerando que os esforços de pesquisas conduzidos na região foram concentrados em áreas de Floresta de Terra Firme estabelecida sobre o topo dos platôs, é possível também que o número de espécies a serem registradas em demais formações vegetacionais e/ou geomorfológicas venham também a apresentar acréscimos. De fato, os monitoramentos realizados nas diferentes formações consistem em importantes fontes de informação, devendo os mesmos ser desenvolvidos de maneira continuada em longo prazo e sendo ainda ampliados em função de outras atividades que têm sido estabelecidas na FLONA, a exemplo da exploração florestal.

Quanto à presença da nova espécie de lagarto do gênero *Gonatodes*, deve-se salientar que a região da FLONA possivelmente permitirá registrar também outras espécies ainda desconhecidas no futuro. Pode-se, por exemplo, citar descrições relativamente recentes de outros répteis para a região, a exemplo da anfisbena *Mesobaena rachicephala* (descrita por Hoogmoed *et al*., 2009); de uma nova espécie de *Alopoglossus,* desembrado de *A. angulatus* e em processo de descrição (M. Ribeiro-Junior, em prep.), além também de outros grupos, a exemplo de anfíbios (ver capitulo 2). Nesse sentido, faz-se necessário que as atividades de pesquisa e monitoramento locais, bem como as operações de resgate de fauna, sejam acompanhadas da coleta de material com vistas à ampliação do conhecimento regional.

## Referências Bibliográficas

Ab'Saber, A.N., 1996. A Amazônia: do Discurso à Praxis. Sao Paulo: Editora da Universidade de Sao Paulo, 319p.

Ávila-Pires, T.C.S.; Hoogmoed, M.S.; Rocha, W.A., 2010. Notes on the Vertebrates of Northern Pará, Brazil: A Forgotten Part of the

Guianan Region, I. Herpetofauna. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais 5 (1): 13-112.
Ávila-Pires, T.C.S.; Hoogmoed, M.S.; Vitt, L.J. 2007. Herpetofauna da Amazônia, pp. 13-43. In: Nascimento, L.B.; Oliveira, M.E. (Eds.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
Bailey, J.R.; Thomas, R.A.; Silva-Jr., N.J., 2005. A revision of the South American snake genus *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae, Tachymenini). I. Two new species of *Thamnodynastes* from Central Brazil and adjacent areas, with redefinition of a new neotype designation for *Thamnodynastes pallidus* (Linnaeus, 1758). Phyllomedusa 4 (2):83-101.
Cracraft, J., 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. Ornithological Monographs 36: 49-84.
Haffer, J.; Prance, G.T., 2001. Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: on the refuge theory of biotic differentiation. Amazoniana, Manaus, 16: 579-607.
Hollowell, T.; Reynolds, R.P. (eds.), 2005. Checklist of the Terrestrial Vertebrates of the Guiana Shield. Bulletin of the Biological Society of Washington 13: ix + 98pp.
Hoogmoed, M.S., 1973. Notes on the herpetofauna of Surinam IV. The lizards and amphisbaenians of Surinam. The Hague: Dr. W. Junk.
Hoogmoed, M.S.; Pinto, R.R.; Rocha, W.A.; Pereira, E.G., 2009. A new species of *Mesobaena* Mertens, 1925 (Squamata: Amphisbaenidae) from Brazilian Guiana, with a key to the Amphisbaenidae of the Guianan region. Herpetologica 65 (4): 436-448.
Klopfer, P.; MacArthur, R.H., 1960. Niche size and faunal diversity. Amer. Natur. 94: 293-300.
Lewinsohn, T.M. (coord.), 2006. Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Série Biodiversidade, 15. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2 vols.
Marini, M.A.; Marinho-Filho, J.S., 2006. Translocação de aves e mamíferos: teoria e prática no Brasil. p. 505-536. *In*: Rocha, C.F.D; Bergallo, H.G.; Van Sluys, M.; Alves, M.A. (orgs.). Biologia da Conservação: Essências. São Carlos: Rima Editora, 505-536.
Martins, M.; Oliveira, M.E., 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herpetological Natural History 6: 78-150.
Morato, S.A.A.; Calixto, P.O.; Mendes, L.R.L.P.; Gomes, R.; Galatti, U.; Trein, F.L.; Oliveira, F.S.; Ferreira, G.N., 2014. Guia fotográfico de identificação da herpetofauna da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.; Porto Trombetas: MRN, 213 pp.
Morato, S.A.A.; Batista, V.B.G.V.; Paz, A., 2011. *Paleosuchus trigonatus* (smooth-fronted Caiman): diet and movement. Herpetological Bulletin 115: 34-35.
MRN, 2007a. Estudo e Relatório de Impacto Ambiental dos platôs da Zona Leste, Porto Trombetas, Oriximiná, Estado do Pará. Relatório

técnico. Porto Trombetas: Mineração Rio do Norte S/A.; Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente.
MRN, 2007b. Estudo e Relatório de Impacto Ambiental do platô Bacaba, em Porto Trombetas, Oriximiná, no Estado do Pará. Relatório técnico. Porto Trombetas: Mineração Rio do Norte S/A.; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.
MRN, 2012. Monitoramento Ambiental Integrado: Solos, Vegetação e Fauna da Região de Bordadura e Áreas em Processo de Recuperação, na FLONA de Saracá-Taquera e Porto Trombetas, Oriximiná, Pará. Segundo Ano de Estudo - Ano Base 2010/2011. Porto Trombetas: MRN – Mineração Rio do Norte; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.
MRN, 2017. Monitoramento Integrado da Flora, da Fauna e da Fertilidade dos Solos das Áreas com Atividades de Mineração de Bauxita nos Platôs da FLONA de Saracá-Taquera, Oriximiná/PA. Relatório Consolidado. Porto Trombetas: MRN – Mineração Rio do Norte; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Müller, P., 1973. The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical Realm. Dr. W. Junk B.V., Publishers, The Hague, 244 p.
Pianka, E.R., 1994. Evolutionary Ecology. 5 ed. New York: Harper Collins, 486p.
Rodrigues, M., 2006. Hidrelétricas, ecologia comportamental, resgate de fauna: uma falácia. Natureza & Conservação 4 (1): 29-38.
Rueda-Almonacid, J.V.; Carr, J.L.; Mittermeier, R.A.; Rodríguez-Mahecha, J.V.; Mast, R.B.; Vogt, R.C.; Rhodin, A.G.J.; Ossa –Velásquez, J.; Rueda, J.N.; Mittermeier, C.G., 2007. Las Tortugas y los Cocodrilianos de los Países Andinos del Trópico. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional; Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Serie de Guías Tropicales de Campo 6: 538 p.
Silva, J.M.C.; Rylands, A.B.; Fonseca, G.A.B., 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. Megadiversidade 1: 124-131.
STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera. Brasília: IBAMA; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Strussmann, C.; Sazima, I., 1993. The snake assemblage of the pantanal at Poconé, western Brazil: faunal composition and ecological summary. Studies on Neotropical Fauna and Environment 28: 157-168.
Sturaro, M.J.; Avila-Pires, T.C.S., 2011. Taxonomic revision of the geckos of the *Gonatodes concinnatus* complex (Squamata: Sphaerodactylidae), with description of two new species. Zootaxa 2869: 1-36.
Vitt, L.J., 1996, Biodiversity of Amazonian lizards. *In*: A.C. Gibson (ed.). Neotropical Biodiversity and Conservation. Los Angeles: Occasional Publication of the Mildred E. Mathias Botanical Garden 1, p. 89–108.
Zimmerman, B.L.; Rodrigues, M.T., 1990. Frogs, snakes and lizards of the INPA-WWF Reserves near Manaus, Brazil. *In*: Gentry, A.H. (ed.). Four Neotropical Rainforests. New Haven: Yale Univ.Press, 426-454.

*Phyllomedusa bicolor*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 2*

# Levantamento, Distribuição e Hábitats dos Anfíbios da FLONA de Saracá-Taquera, Amazônia Central, Estado do Pará, Brasil

Guilherme Nunes Ferreira
Ulisses Galatti
Magno Vicente Segalla
Fernanda Stender de Oliveira
Fabrício Locatelli Trein
Renato Neves Feio
Vinícius de Avelar São-Pedro
Eliana Faria de Oliveira
João Fabricio de Melo Sarmento
José Antônio Renan Bernardi
Sérgio Augusto Abrahão Morato

**Resumo**

A Floresta Nacional de Saracá-Taquera é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável localizada na Amazônia central e ao norte do rio Amazonas, na região conhecida como Escudo das Guianas. Estudos sobre a herpetofauna local, realizados desde 2004 para o Plano de Manejo da Unidade e para diversos processos de licenciamento de atividades de mineração de bauxita para a Mineração Rio do Norte, permitiram o registro local de 54 espécies de anfíbios, sendo 48 pertencentes à ordem Anura e quatro a Gymnophiona. A riqueza de anfíbios local representa aproximadamente 10% da estimativa mais recente do total de anfíbios conhecidos para a Amazônia. Pelo menos dois anuros, embora comuns na Unidade, consistem em espécies ainda não descritas.

**Abstract**

The Saracá-Taquera National Forest is a Sustainable Use Conservation Unit located in the central Amazon and north of the Amazon River, in the Guiana Shield region. Studies on the local herpetofauna, carried out since 2004 for the Management Plan of the Unit and for several licensing processes of bauxite mining activities for Mineração Rio do Norte, allowed the local registration of 54 species of amphibians, 48 belonging to the order Anura and four to Gymnophiona. The local amphibian richness represents approximately 10% of the most recent estimate of total amphibians known to the Amazon. At least two anurans, though common in Unity, consist species not yet described.

## Introdução

A Floresta Amazônica apresenta uma das maiores diversidades herpetofaunísticas de todo o planeta (Ávila-Pires *et al*., 2007). Essa diversidade existe como função da enorme variedade de ambientes e da história complexa da região, a qual esteve sujeita a diversos pulsos climáticos e eventos geológicos que acabaram por gerar diversificação nos hábitats ao longo do tempo. Além disso, em função das grandes dimensões do bioma, a Amazônia também experimenta influências de diferentes ambientes circundantes nas composições faunísticas e florísticas ao longo dos seus ecótonos (*e.g.*, Ab'Saber, 2002).

A riqueza herpetofaunística da Amazônia ainda não é totalmente conhecida. Especificamente em relação aos anfíbios, por exemplo, até o final da década passada tinha-se o conhecimento da ocorrência de aproximadamente 350 espécies para o bioma (Ávila-Pires *et al*., 2010). Entretanto, este número vem sendo ampliado a cada ano, haja vista a descoberta e a descrição constantes de novas espécies em diversas regiões (*e.g*., Maciel & Hoogmoed, 2011, 2013; Lima *et al*., 2014; Ferrão *et al*., 2018) e/ou pelo advento da biologia molecular, a qual tem revelado a existência de conjuntos de espécies em táxons previamente considerados como únicos (*e.g*., Fouquet *et al*., 2014; Ferrão *et al*., 2016; Vacher *et al.*, 2017). A estimativa mais recente é de que pelo menos 577 espécies sejam presentes na Amazônia como um todo (Godinho & Silva, 2018).

A Floresta Nacional (FLONA) de Saracá-Taquera insere-se na Amazônia Central, estando ainda localizada ao norte do rio Amazonas (para caracterização mais detalhada, ver Capítulo 1). Nessa condição, a mesma faz parte do contexto do Escudo das Guianas, o qual, em termos biogeográficos, consiste em uma região de ocorrência de espécies faunísticas exclusivas, sendo por isso denominada de Área de Endemismos das Guianas (*e.g*., Cracraft, 1985; Morrone, 1994).

Segundo Silva *et al.* (2005), áreas de endemismo são importantes por serem consideradas como as menores unidades geográficas para análise de biogeografia histórica, sendo, portanto, a base para a formulação de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional. Por sua vez, Silveira *et al.* (2010) salientam a importância da realização de inventários detalhados da flora e da fauna em locais bem definidos, de forma a ampararem os estudos em questão.

O presente estudo apresenta a lista de anfíbios até então conhecidos para a FLONA de Saracá-Taquera, bem como a correlação dessas espécies com diferentes tipos de ambientes ocorrentes nessa Unidade de Conservação.

## Material e Métodos

O presente estudo consiste em uma revisão e atualização do levantamento de anfíbios apresentado para a FLONA por Morato *et al.* (2014). Conforme apresentado para répteis (Capítulo 1), este estudo apresenta uma compilação de informações oriundas de levantamento bibliográfico e de inventários, monitoramentos e resgates da herpetofauna conduzidos para os processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos da Mineração Rio do Norte (*e.g.*, MRN, 2007a, 2007b, 2012, 2017) e, também, para o Plano de Manejo da FLONA de Saracá-Taquera (STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004), perfazendo 12 anos de amostragens locais.

Também conforme descrito no Capítulo 1, os métodos de coleta e observação de espécimes foram diversos e com esforços diferenciados segundo cada estudo, contando em geral com busca ativa em trilhas, coletas por terceiros e uso de armadilhas de barreira e queda. Espécimes obtidos encontram-se depositados nas coleções herpetológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém-PA, do Museu de História Natural Capão da Imbuia em Curitiba-PR e da Universidade de Brasília-DF.

Quanto à distribuição das espécies segundo diferentes ambientes, foram consideradas as tipologias vegetacionais e formações geomorfológicas presentes na FLONA. As categorias de ambientes definidas, similares ao estabelecido para répteis, são as seguintes:

a) Formações vegetacionais: i) Floresta de Terra Firme (FTF), a qual inclui as variações de Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Floresta Ombrófila Aberta; ii) Floresta Inundável (FIN), também denominada como Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou Igapó; iii) Campinas e Campinaranas (CAM); e iv) Formações Pioneiras de Influência Fluvial (FPF), geralmente estabelecidas em planícies marginais a grandes rios e também denominadas na região como várzeas, banhados ou chavascais.

b) Formações Geomorfológicas: na FLONA e seu entorno, as formações geomorfológicas existentes são as seguintes: i) Platôs (PLT), que consistem em áreas elevadas e planas com altitudes variando entre 130 a 180 metros; ii) Encostas (ENC), áreas íngremes marginais aos platôs com declividades iguais ou superiores a 30%; iii) Baixios (BAX), que consistem em áreas planas localizadas em altitudes inferiores a 100 metros, em geral localizadas entre platôs e comportando igarapés e vegetação de terras baixas; e iv) Planícies Aluviais (PLN), que consistem em extensas áreas planas próximas aos grandes rios locais.

c) Tipos de ambientes aquáticos: i) Igarapés (IGR), que consistem em pequenos cursos d'água de classes 1 a 3 em meio a florestas; ii) Rios (RIO), que abrangem cursos d'água a partir da classe 4 até os grandes rios locais (Trombetas e Nhamundá); iii) Lagos (LAG), que abrangem grandes áreas marginais aos rios e apresentam águas predominantemente lênticas.

## Resultados e Discussão

Segundo Morato *et al.* (2014), um total de 52 espécies de anfíbios contava até aquela publicação com registros para a FLONA de Saracá-Taquera. Passados pouco mais de três anos, pelo menos outras duas espécies foram registradas (*Rhinella castaneotica* e *Leptodactylus paraensis*), perfazendo portanto uma riqueza atual conhecida de 54 espécies. Este valor corresponde a 9,4% da riqueza de anfíbios conhecida para a Amazônia (Godinho & Silva, 2018).

Segundo diferentes grupos, os anfíbios registrados para a FLONA subdividem-se em 50 espécies de 11 diferentes famílias de Anura e 4 espécies de 4 diferentes famílias de Gymnophiona. A ordem Caudata permanece sem representantes na região.

A Tabela 1 apresenta a lista de espécies até então registradas para a Unidade de Conservação, correlacionando as mesmas às respectivas formações vegetacionais e geomorfológicas e tipos de ambientes aquáticos locais.

***Tabela 1 – Anfíbios registrados na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil, e respectivas formações vegetacionais, formações geomorfológicas e tipos de ambientes aquáticos com ocorrências de formas adultas.***

| *TÁXON* | Formações Vegetacionais | Formações Geomorfológicas | Ambientes Aquáticos |
|---|---|---|---|
| **ANURA** | | | |
| **Aromobatidae** | | | |
| *Allobates femoralis* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Allobates* sp. | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Anomaloglossus baeobatrachus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| **Bufonidae** | | | |
| *Amazophrynella manaos* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Rhaebo guttatus* | FTF, FIN | PLT, BAX | --- |
| *Rhinella castaneotica* | FTF | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Rhinella margaritifera* | FTF | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Rhinella marina* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Rhinella mirandaribeiroi* | CAM, FPF | BAX, PLN | --- |
| **Centrolenidae** | | | |
| *Vitreorana ritae* | FTF, FIN | BAX, ENC | --- |
| **Dendrobatidae** | | | |
| *Dendrobates tinctorius* | FTF | PLT, ENC, BAX | --- |
| **Hylidae** | | | |
| *Dendropsophus leucophyllatus* | FIN, FPF | BAX, PLN | --- |
| *Dendropsophus marmoratus* | FIN | BAX | --- |
| *Dendropsophus minutus* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, BAX, PLN | --- |
| *Hypsiboas boans* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Hypsiboas cinerascens* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Hypsiboas geographicus* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Hypsiboas lanciformis* | FIN, FPF | BAX, PLN | --- |
| *Hypsiboas ornatissimus* | FPF | PLN | --- |
| *Hypsiboas raniceps* | FPF | PLN | --- |
| *Hypsiboas wavrini* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Osteocephalus oophagus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Osteocephalus taurinus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Lysapsus laevis* | FPF | PLN | RIO, LAG |
| *Scinax boesemani* | FTF, FIN, FPF | ENC, BAX, PLN | --- |
| *Scinax garbei* | FTF, FIN, FPF | ENC, BAX, PLN | --- |
| *Scinax ruber* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Sphaenorhynchus lacteus* | FIN, FPF | BAX, PLN | --- |
| *Trachycephalus resinifictrix* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Trachycephalus typhonius* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| **Phyllomedusidae** | | | |
| *Phyllomedusa bicolor* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Phyllomedusa tomopterna* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Phyllomedusa vaillantii* | FTF, FIN | ENC, BAX | --- |
| **Leptodactylidae** | | | |
| *Adenomera andreae* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |

| *TÁXON* | Formações Vegetacionais | Formações Geomorfológicas | Ambientes Aquáticos |
|---|---|---|---|
| *Adenomera hylaedactyla* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus fuscus* | FTF, CAM, FPF | PLT, BAX, PLN | --- |
| *Leptodactylus knudseni* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus lineatus* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus mystaceus* | FTF, FIN | ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus paraensis* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus pentadactylus* | FTF, FIN, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Leptodactylus leptodactyloides* | FTF, FIN, CAM, FPF | PLT, ENC, BAX, PLN | --- |
| *Leptodactylus rhodomystax* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Leptodactylus stenodema* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| **Microhylidae** | | | |
| *Chiasmocleis shudikarensis* | FTF, FIN | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Synapturanus mirandaribeiroi* | FTF, FIN | PLT, BAX | --- |
| **Pipidae** | | | |
| *Pipa pipa* | FIN, FPF | BAX, PLN | IGR, LAG |
| **Ranidae** | | | |
| *Lithobates palmipes* | FIN, FPF | PLN | RIO, LAG |
| **Strabomantidae** | | | |
| *Pristimantis* sp. | FTF | PLT, ENC, BAX | --- |
| *Pristimantis zimmermanae* | FTF | PLT, ENC, BAX | --- |
| **Gymnophiona** | | | |
| **Caeciliidae** | | | |
| *Caecilia tentaculata* | FIN | BAX | --- |
| **Rhinatrematidae** | | | |
| *Rhinatrema ron* | FTF | PLT, BAX | --- |
| **Siphonopidae** | | | |
| *Microcaecilia marvaleewakeae* | FTF | PLT | --- |
| **Typhlonectidae** | | | |
| *Typhlonectes compressicauda* | FPF | PLN | LAG |

Legenda: Formações vegetacionais: FTF - Florestas de Terra Firme; FIN - Florestas Inundáveis; CAM - Campinas e Campinaranas; FPF - Formações Pioneiras de Influência Fluvial; Formações Geomorfológicas: PLT - Platôs; ENC - Encostas; BAX - Baixios; PLN - Planície Aluvial; Cursos d'Água: IGR - Igarapés; RIO - Rios; LAG - Lagos.

Em relação à lista apresentada no guia de Morato *et al.* (2014), três espécies merecem correções quanto à identificação: a espécie *Amazophrynella minuta* corresponde a *A. manaos* (Figura 1), descrita por Rojas *et al*. (2014). Este registro amplia a distribuição conhecida da espécie em pouco mais de 200 km a leste. Já *Vitreorana oyampiensis* corresponde a *V. ritae*, conforme revisão apresentada por Cisneros-Heredia (2013). Por fim, *Microcaecilia trombetas* consiste na verdade a *M. marvaleewakeae*, descrita em período próximo à publicação do guia a partir de espécimes provenientes da FLONA de Saracá-Taquera (Maciel & Hoogmoed, 2013). *Microcaecilia trombetas,* por sua vez, foi descrita a partir de um único espécime procedente da Floresta Estadual (FLOTA) Trombetas, localizada

no município de Óbidos a norte do rio Trombetas. Uma vez que a FLONA de Saracá-Taquera localiza-se ao sul deste rio, não se descarta a possibilidade do mesmo consistir em uma barreira geográfica entre as duas espécies. Esta condição denota a necessidade de estudos mais aprofundados.

***Figura 1 – Exemplar de* Amazophrynella manaos *registrado na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) Vista dorso-lateral; B) Vista ventral (Fotos: SAA Morato).

Além das espécies acima, Morato *et al.* (2014) citam *Pristimantis* cf. *zeuctotylus* para a FLONA. Entretanto, uma análise comparada de espécimes coletados e de exemplares típicos da espécie nominal indicam que este *Pristimantis* consiste em uma espécie ainda não descrita, condição também sustentada por M. Hoogmoed (inf.pess.). Assim, em conjunto com *Allobates* sp. (Figura 2), a espécie requer descrição formal.

***Figura 2 – Espécies não descritas de anfíbios registradas na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) *Allobates* sp.; B) *Pristimantis* sp. (Fotos: SAA Morato).

Em relação à distribuição segundo diferentes ambientes da FLONA, observa-se que a grande maioria das espécies ocorre em sistemas florestais. Das 54 espécies registradas, 42 (77,8%) ocorrem em Florestas de Terra Firme, enquanto 41 (75,9%) ocorrem em Florestas Inundáveis. Entretanto, embora com valores próximos, há diferenças na composição de cada um desses ambientes, com algumas espécies sendo exclusivas de cada um. *Rhinella castaneotica, R. margaritifera, Dendrobates tinctorius*, *Pristimantis zimmermanae, Pristimatis* sp., *Rhinatrema ron* e *Microcaecilia marvaleewakeae* foram até o momento registradas apenas na primeira tipologia, enquanto *Dendropsophus marmoratus* e *Caecilia tentaculata* foram restritas à segunda. Não se descarta a possibilidade de ocorrer ainda lacunas amostrais em relação a cada tipo de ambiente considerado. Entretanto, a ausência de registros na Floresta Inundável de algumas espécies bastante frequentes em amostragens, como *Rhinella margaritifera* e *Pristimantis* sp., sugere haver certa especificidade na ocupação dos hábitats.

Quanto aos demais ambientes, os mesmos mostram-se menos ricos quanto à anurofauna. As áreas de Campinas e Campinaranas, por exemplo, contam com registros de apenas seis espécies (11,1%), enquanto as Formações Pioneiras de Influência Fluvial contam com 22 (40,7%). No primeiro caso, as ocorrências devem-se apenas a espécies de ampla distribuição geográfica e/ou com ocorrência em vários tipos de ambientes, sendo portanto um ecossistema de pequena relevância para a anurofauna. Já o segundo representa um ambiente com espécies exclusivas registradas (*Hypsiboas ornatissimus*, *H. raniceps*, *Lysapsus laevis* e *Typhlonectes compressicauda*) ou de espécies compartilhadas apenas com a Floresta Inundável (*Dendropsophus leucophyllatus, Hypsiboas lanciformis, Sphaenorhynchus lacteus*, *Pipa pipa* e *Lithobates palmipes*).

Em relação às diferentes formações geomorfológicas, observa-se que a maioria das espécies ocorre nas áreas de baixios (48 espécies; 88,9%). Esta é uma condição esperada, haja vista a concentração de recursos hídricos nesse local. A este ambiente seguem-se as áreas de topo dos platôs (com 37 espécies; 68,5%) e de encostas (36 espécies; 66,7%).

Por fim, a área das Planícies Aluviais contemplam 22 espécies (40,7%), sendo estas as mesmas registradas para as Formações Pioneiras de Influência Fluvial, as quais são estabelecidas exatamente nesta formação geomorfológica.

As Figuras 3 e 4 apresentam a riqueza de anfíbios em diferentes formações vegetacionais e geomorfológicas na FLONA.

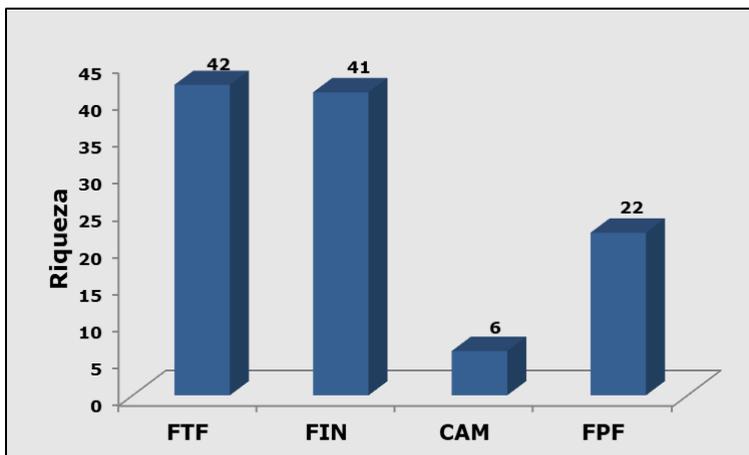
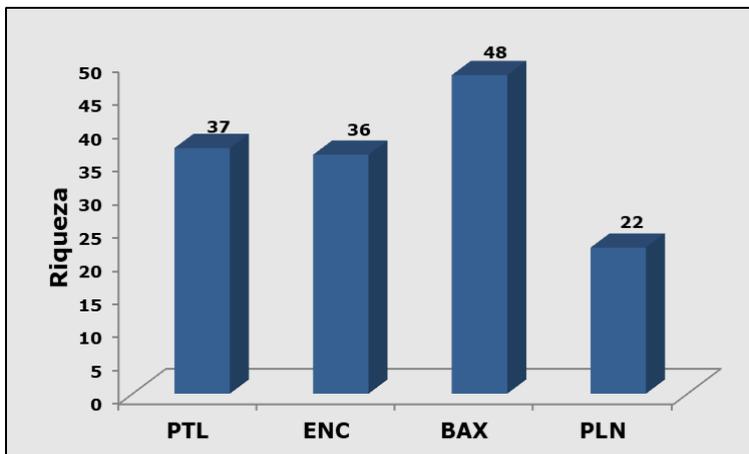
***Figura 3 – Riqueza de anfíbios segundo diferentes formações vegetacionais presentes na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: FTF - Floresta de Terra Firme; FIN - Floresta Inundável; CAM - Campinas e Campinaranas; FPF - Formações Pioneiras de Influência Fluvial.

***Figura 4 – Riqueza de anfíbios segundo diferentes formações geomorfológicas presentes na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: PLT - Platôs; ENC - Encostas; BAX - Baixios; PLN - Planícies aluviais.

Em relação aos ambientes aquáticos, apenas quatro espécies habitam especificamente estes ambientes durante sua forma adulta (*Lysapsus laevis, Pipa pipa, Lithobates palmipes* e *Typhlonectes compressicauda*). As demais espécies, embora apresentem forte associação com os ambientes aquáticos durante eventos reprodutivos (especialmente aquelas associadas às Planícies Aluviais e às Fomações Pioneiras de Influência Fluvial), passam a maior parte de seu tempo associadas ao solo ou à vegetação, tendo em função disso sido aqui desconsideradas.

Todas as quatro espécies aquáticas registradas são encontradas nos lagos da região. Por sua vez, apenas *Lysapsus laevis* e *Lithobates palmipes* foram até o momento encontradas também nas margens dos grandes rios locais, encontrando-se em geral junto a bancos de macrófitas flutuantes. Já nos igarapés, apenas *Pipa pipa* foi encontrada.

Quanto a *Typhlonectes compressicauda*, esta espécie contempla até o momento apenas um registro para FLONA. É possível que esta espécie, assim como *Pipa pipa*, possa ser também encontrada em outros ambientes. Ressalta-se a importância da continuidade do presente inventário para a elucidação dessas questões.

## Conclusões

Assim como informado no estudo referente a répteis (Capitulo 1), os 12 anos de estudos sobre os anfíbios da FLONA de Saracá-Taquera indicam que esta Unidade de Conservação apresenta uma riqueza elevada de espécies, condizente com o padrão esperado para ambientes florestados da Amazônia Central. A continuidade dos estudos certamente deverá ampliar ainda mais esta riqueza, possivelmente permitindo inclusive a descoberta de outras novas espécies.

Diferentemente do observado para répteis, cujo estudo demonstrou uma maior riqueza de espécies para o topo dos platôs e para os sistemas de Floresta de Terra Firme, os anfíbios mostraram valores mais significativos para as áreas de baixios, contemplando ainda valores bastante próximos entre este sistema florestal e a Floresta Inundável. Esta condição é esperada, haja vista a maior disponibilidade de recursos hídricos nos baixios, em especial durante períodos de estiagem. Recomenda-se, nesse sentido, que os futuros estudos sobre o

grupo avaliem, de maneira comparativa, a disponibilidade de sítios reprodutivos ao longo dos gradientes ambientais regionais.

### Referências Bibliográficas


Ab'Saber, A.N., 2002. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. Estudos Avançados 16 (45): 7-30

Ávila-Pires, T.C.S.; Hoogmoed, M.S.; Rocha, W.A., 2010. Notes on the Vertebrates of Northern Pará, Brazil: A Forgotten Part of the Guianan Region, I. Herpetofauna. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais 5 (1): 13-112.

Ávila-Pires, T.C.S.; Hoogmoed, M.S.; Vitt, L.J., 2007. Herpetofauna da Amazônia, pp. 13-43. In: Nascimento, L.B. & Oliveira, M.E. (Eds.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.

Cisneros-Heredia, D.F., 2013. *Centrolene ritae* Lutz is a senior synonym of *Cochranella oyampiensis* Lescure and *Cochranella ametarsia* Flores (Anura: Centrolenidae). Avances en Ciencias e Ingeníerias. Sección B. Quito 5: B1-B4

Cracraft, J., 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. In: Buckley, P.A.; Morton, E.; Ridgley, R.; Buckley, F. (Eds.). Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs 36, pp. 49-84.

Ferrão, M.; Colatreli, O.; Fraga, R.; Kaefer, I.L.; Moravec, J.; Lima, A.P., 2016. High species richness of *Scinax* treefrogs (Hylidae) in a threatened Amazonian landscape revealed by an integrative approach. Plos One. DOI:10.1371/journal.pone.0165679.

Ferrão, M.; Fraga, R.; Moravec, J.; Kaefer, I.L.; Lima, A.P., 2018. A new species of Amazonian snouted treefrog (Hylidae: *Scinax*) with description of a novel species-habitat association for an aquatic breeding frog. PeerJ 6:e4321; DOI 10.7717/peerj.4321

Fouquet, A.; Cassini, C.; Haddad, C.F.B.; Pech, N.; Rodrigues, M.T., 2014. Species delimitation, patterns of diversification and historical biogeography of a Neotropical frog genus *Adenomera* (Anura, Leptodactylidae). Journal of Biogeography, 41 (5): 855–870.

Godinho, M.B.C.; Silva, F.R., 2018. The influence of riverine barriers, climate, and topography on the biogeographic regionalization of Amazonian anurans. Scientific Reports (2018) 8: 3427.

Hollowell, T.; Reynolds, R.P. (eds.), 2005. Checklist of the Terrestrial Vertebrates of the Guiana Shield. Bulletin of the Biological Society of Washington 13: ix + 98pp.

Lima, A.P.; Simões, P.I.; Kaefer, I.L., 2014. A new species of *Allobates* (Anura: Aromobatidae) from the Tapajós River basin, Pará State, Brazil. Zootaxa 3889 (3): 355-387.

Maciel, A.O.; Hoogmoed, M.S., 2011. Notes on the Vertebrates of Northern Pará, Brazil: a Forgotten Part of the Guianan Region, III. A new species of *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Cienc. Nat., 6 (1): 67-72.

Maciel, A.O.; Hoogmoed, M.S., 2013. A new species of *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona: Siphonopidae) from the Guianan region of Brazil, Zootaxa 3693 (3): 387-394.

Morato, S.A.A.; Calixto, P.O.; Mendes, L.R.L.P.; Gomes, R.; Galatti, U.; Trein, F.L.; Oliveira, F.S.; Ferreira, G.N., 2014. Guia fotográfico de identificação da herpetofauna da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.; Porto Trombetas: MRN, 213 pp.

Morrone, J.J., 1994. On the identification of Areas of Endemism. Systematic Biology, 43 (3): 438–441.

MRN, 2007a. Estudo e Relatório de Impacto Ambiental dos platôs da Zona Leste, Porto Trombetas, Oriximiná, Estado do Pará. Relatório técnico. Porto Trombetas: Mineração Rio do Norte S/A.; Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente.

MRN, 2007b. Estudo e Relatório de Impacto Ambiental do platô Bacaba, em Porto Trombetas, Oriximiná, no Estado do Pará. Relatório técnico. Porto Trombetas: Mineração Rio do Norte S/A.; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.

MRN, 2012. Monitoramento Ambiental Integrado: Solos, Vegetação e Fauna da Região de Bordadura e Áreas em Processo de Recuperação, na FLONA de Saracá-Taquera e Porto Trombetas, Oriximiná, Pará. Segundo Ano de Estudo - Ano Base 2010/2011. Porto Trombetas: MRN – Mineração Rio do Norte; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.

MRN, 2017. Monitoramento Integrado da Flora, da Fauna e da Fertilidade dos Solos das Áreas com Atividades de Mineração de Bauxita nos Platôs da FLONA de Saracá-Taquera, Oriximiná/PA. Relatório Consolidado. Porto Trombetas: MRN – Mineração Rio do Norte; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.

Rojas; R.R.; Carvalho, V.T.; Gordo, M.; Ávila, R.W.; Farias, I.P.; Hrbek, T., 2014. A new species of *Amazophrynella* (Anura: Bufonidae) from the southwestern part of the Brazilian Guiana Shield. Zootaxa 3753 (1): 79–95.

Silva, J.M.C.; Rylands, A.B.; Fonseca, G.A.B., 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. Megadiversidade 1 (1): 124-131.

Silveira, L.F.; Beisiegel, B.M.; Curcio, F.F.; Valdujo, P.H.; Dixo, M.; Verdade, V.K.; Mattox, G.M.T.; Cunningham, P.T.M.; 2010. Para que servem os inventários de fauna? Estudos Avançados 24 (68), 173-207.

STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera. Brasília: IBAMA; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.

Vacher, J.P; Kok, P.; Rodrigues, M.T.; Lima, J.D.; Lorenzini, A.; Martinez, Q.; Fallet, M; Courtois, E.A.; Blanc, M.; Gaucher, P.; Dewynter, M.; Jairam, R.; Ouboter, P.; Thébaud, C.; Fouquet, A., 2017. Cryptic diversity in Amazonian frogs: Integrative taxonomy of the genus Anomaloglossus (Amphibia: Anura: Aromobatidae) reveals a unique case of diversification within the Guiana Shield. Molecular Phylogenet Evolution 112: 158-173.

*Oxybelis fulgidus*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 3*

# Monitoramento da Herpetofauna das Áreas Florestais Adjacentes à Mineração de Bauxita na FLONA de Saracá-Taquera, Amazônia Central, Estado do Pará, Brasil


Sérgio Augusto Abrahão Morato
Guilherme Nunes Ferreira
Michela Rossane Cavilha Scupino
Lucas Reinert Laufer Pereira Mendes
Maria Lindalva Soares da Silva
Phablo Ney Souza da Silva
Greciele Aparecida Nogueira
Pedro de Oliveira Calixto
Urubatan Moura Skerrat Suckow
Vilmar Fernando Bueno Júnior
Luciano Moreira Ceolin
Ramon Gomes



**Resumo**

A bauxita é um minério encontrado em áreas elevadas, denominadas platôs, dentro da FLONA de Saracá-Taquera. No processo de extração desse mineral, toda a floresta ombrófila densa primária que recobre os platôs é removida, ficando apenas a vegetação existente nas encostas e baixios, áreas onde naturalmente ocorre o escoamento da água para os grandes rios regionais. Em larga escala espacial, observa-se então a formação de extensas clareiras abertas inseridas em uma matriz contínua de floresta nativa, uma nova realidade paisagística que carreia alteração ambiental em nível local (*e.g.* efeito de borda, riscos de erosão e de assoreamento de recursos hídricos). Esses impactos podem afetar a flora e fauna remanescente, exigindo, portanto, avaliações sistemáticas para a adoção de medidas de controle e mitigação. Entre 2015 e 2016 foram realizadas buscas ativas por anfíbios e répteis em 18 transectos de 4 km cada, instalados em áreas florestadas presentes em topo, encosta e baixio localizadas em cinco diferentes platôs. Os dados foram analisados tendo por base os valores de riqueza de espécies considerando diferentes

realidades: platôs com atividades de lavra, em recuperação e em condição primitiva. No final do estudo, foram amostrados 9.150 indivíduos de 34 espécies de anfíbios (63% das 54 espécies registradas na FLONA) e 3.966 indivíduos de 72 espécies de répteis (57,1% das 126 espécies). À primeira vista, os resultados sugerem que os impactos derivados da mineração pouco afetam a comunidade de anfíbios e répteis nos sistemas florestais adjacentes à área de lavra. As comunidades, quando da análise da separação das espécies por platô, condição topográfica ou nível de pressão, não expressaram qualquer diferença estatística significativa, indicando uma similaridade entre as comunidades. A única variação observada refere-se à composição de anfíbios nas parcelas de baixio, desigualdade que parece relacionada à maior amostragem de algumas espécies durante os seus períodos reprodutivos.

**Abstract**

Bauxite is an ore found on plateaus of the Saracá-Taquera National Forest. During mining activities, the primary dense ombrophilous forest that covers the plateaus is removed, leaving only existing vegetation on slopes and shallows, areas where naturally the water flows to the great regional rivers. At large spatial scale, it's possible to observe the formation of extensive open gaps embedded in a continuous matrix of native forest, a new landscape reality that generates environmental change at local level (*e.g*. edge effects, erosion risks and silting of water resources). These impacts can affect the remaining flora and fauna, requiring, therefore, systematic evaluations for the adoption of control and mitigation measures. Between 2015 and 2016, amphibians and reptiles were actively searched in 18 transects of 4 km each, located in forests remnants present on top areas, slopes and shallows in five different plateaus. The data were analyzed based on the richness of species considering different realities: plateaus with mining activities, in recovery and in primitive condition. A total of 9,150 individuals from 34 species of amphibians (63% of the 54 species registered in FLONA) and 3,966 individuals from 72 reptile species (57.1% of 126 species) were sampled. The results suggest that the impacts derived from mining little affect the community of amphibians and reptiles in the forest systems adjacent to the mining areas. The communities, when analyzing the separation of the species' composition by plateau, topographic condition or level of pressure, did not express any significant statistical difference, indicating a similarity between the communities. The only variation observed is the composition of amphibians are in the lowland plots, an inequality that seems to be related to natural conditions due to the greater water availability in these environments.

## Introdução

Os impactos mais relevantes sobre a flora e a fauna de áreas afetadas por empreendimentos que requerem a supressão da cobertura vegetal, para sua instalação e operação, consistem na redução de habitats da área diretamente afetada e em seu entorno imediato (Sanchez, 2013). Pelas suas características técnicas, minerações em superfície e subsuperfície requerem inevitavelmente esta supressão, gerando, portanto, tais impactos de maneira também inevitável (Marini & Marinho-Filho, 2006).

O licenciamento das atividades de mineração de bauxita na FLONA de Saracá-Taquera têm estabelecido a obrigatoriedade de realização de monitoramentos dos impactos do empreendimento sobre a fauna presente nos ecossistemas marginais às áreas de lavra. Ao se considerar que as áreas mineradas consistem em amplas clareiras artificiais dentro de uma matriz florestal, fenômenos como efeito de borda e riscos de processos erosivos e assoreamento de recursos hídricos são condições que podem interferir nas comunidades animais. Tais aspectos requerem avaliações sistemáticas, de forma a se estabelecer as medidas de controle de impactos e ações conservacionistas necessárias.

As atividades de mineração de bauxita ocorrem exclusivamente em áreas mais elevadas da FLONA de Saracá-Taquera, denominadas de platôs. Tais áreas são naturalmente recobertas por florestas ombrófilas densas primárias, com pouca ou nenhuma alteração. Tais platôs são circunscritos em suas encostas também por florestas densas até as áreas de baixios, nos quais ocorrem recursos hídricos (igarapés) de primeira a terceira ordens, os quais desaguam em grandes rios regionais como o Trombetas ao norte e o Nhamundá ao sul. Nesses baixios, por sua vez, ocorrem mosaicos entre florestas densas e florestas aluviais, estas últimas geralmente estabelecidas em áreas mais úmidas e com alta densidade de palmeiras (Morato *et al*., 2014). A variação altitudinal entre os platôs e os baixios pode ultrapassar 150 metros.

A variabilidade de ecossistemas existente ao longo do gradiente ambiental estabelecido desde o topo dos platôs até os baixios determina que a distribuição da herpetofauna não seja homogênea no contexto da FLONA, com espécies habitando apenas um ou outro ambiente. Ainda assim, tendências são

verificadas para determinadas espécies ou grupos (ver capítulos 1 e 2).

Este estudo apresenta os resultados de dois anos de monitoramento da herpetofauna presente em áreas florestadas adjacenses à mineração de bauxita na FLONA de Saracá-Taquera, Pará. O objetivo principal do projeto consistiu em avaliar o alcance dos impactos das atividades de mineração nas áreas de lavra sobre os anfíbios e répteis locais, tendo-se por base uma perspectiva da riqueza das comunidades de ambos os grupos nas diferentes condições da paisagem local (platôs íntegros, platôs sob exploração e platôs em recuperação em diferentes condições geomorfológicas, a saber, bordas de platôs, encostas de platôs e baixios). Tal avaliação, por sua vez, visa propor, se necessário, medidas de manejo com vistas à redução do impacto ambiental decorrente da mineração.

## Material e Métodos

Considerando as possíveis variações naturais existentes nas composições herpetofaunísticas entre áreas de topo de platôs, suas encostas e baixios e de forma a se ter uma perspectiva de como as atividades minerárias podem afetar as composições faunísticas em cada um desses ambientes, a principal premissa adotada no presente estudo é que o mesmo fosse desenvolvido em uma região específica dentro da FLONA que contemple a diversidade de ambientes naturais de forma contígua, porém sujeitos a diferentes níveis de pressões (a saber, áreas marginais à lavra, áreas íntegras e áreas marginais a platôs em recuperação ambiental). Os trabalhos foram desenvolvidos de forma a avaliar, de maneira comparativa, a composição das comunidades herpetofaunísticas em cada uma dessas condições.

Assim, para o desenvolvimento do estudo foi selecionada a região da microbacia do igarapé Saracá, contemplando platôs ainda íntegros (definidos como área controle), em operação e em recuperação. Tal área foi composta pelos platôs Monte Branco, Periquito, Papagaio, Saracá-Oeste e Cipó (Figura 1).

O sistema de amostragem para a determinação das composições herpetofaunísticas da área em estudo valeu-se de unidades amostrais alocadas sistematicamente ao longo de transectos estabelecidos em áreas naturais dos platôs em questão, sendo dois conjuntos de três transectos adjacentes a

áreas em processo de lavra (dos quais dois estabelecidos sobre o topo dos platôs, dois em encostas e dois em baixios), dois conjuntos de três transectos adjacentes a áreas em recuperação e dois conjuntos em áreas naturais. No total, a área amostral contemplou 18 transectos de 4km cada (perfazendo 72km de trilhas), com a seguinte disposição:

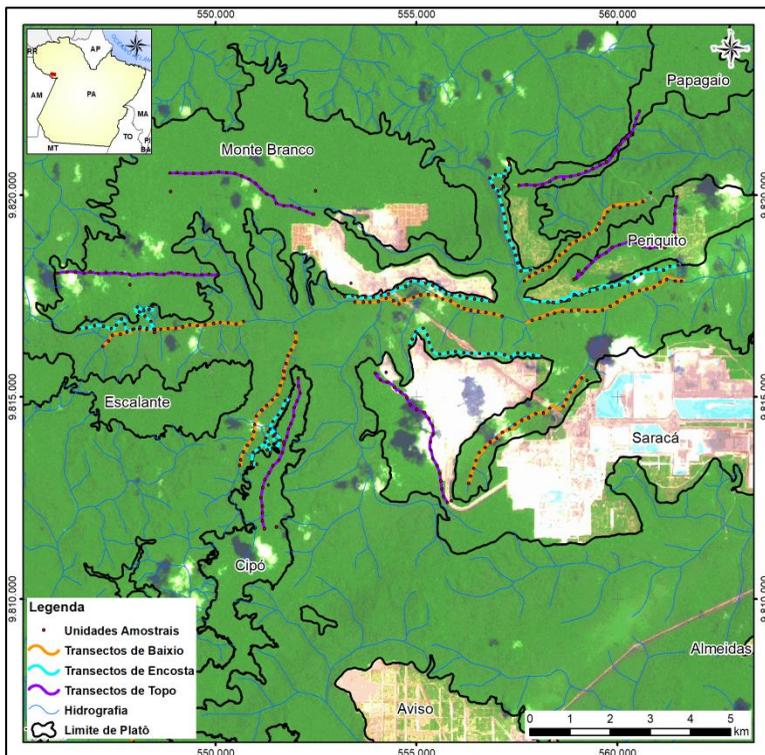
- Platô Cipó (CIP): 1 transecto sobre o platô, 1 na encosta e 1 no baixio adjacentes a áreas íntegras (controle);
- Platô Monte Branco (MB): 2 transectos no topo, 2 nas encostas e 2 em baixios, sendo um conjunto de três transectos adjacentes a áreas em lavra (MB1) e um em áreas íntegras (controle) (MB2);
- Platô Papagaio: 1 transecto no topo, 1 na encosta e 1 no baixio adjacentes a áreas em recuperação (PAP);
- Platô Periquito: 1 transecto no topo, 1 na encosta e 1 no baixio adjacentes a áreas em recuperação (PER);
- Platô Saracá-Oeste (SAC): 1 transecto no topo, 1 na encosta e 1 no baixio adjacentes a áreas em lavra.

A coleta e observação de anfíbios e répteis ocorreu ao longo dos transectos de amostragem mediante o procedimento de busca ativa limitada por tempo. No total, quatro campanhas foram desenvolvidas ao longo de dois anos de estudo, sendo duas durante os períodos chuvosos e duas durante a estiagem. Em cada campanha percorreu-se a totalidade dos transectos em dois dias e duas noites, efetuando-se a busca por espécimes em todos os ambientes visivelmente acessíveis (Heyer *et al*., 1994; Franco & Salomão, 2002). A cada 500 metros, a busca foi intensificada durante 10 minutos, nos quais efetuou-se a busca sob troncos e pedras, sob a serapilheira e sobre a vegetação (Heyer *et al*., 1994; Franco & Salomão, 2002). Os horários de coleta ocorreram entre as 8:00h e 14:00h e entre as 16:00h e 22:00h. Todos os registros de espécies foram anotados em conjunto com dados referentes à hora, ambiente, substrato e coordenadas (tomadas com auxílio de aparelho GPS).

Os dados obtidos foram avaliados quanto à riqueza e à diversidade presentes em cada área, além da similaridade entre as mesmas. Nos casos de riqueza e diversidade, as análises foram realizadas mediante o emprego de curvas de acumulação de espécies (curvas de rarefação), de estimadores de riqueza não métricos como o Chao 2, Jackknife 2 e Bootstrap e utilização

do índice de Shannon. Já para a similaridade, foram utilizadas análises de Cluster e de "Nonmetric Multidimensional Scaling" (NMDS) para revelar a ordenação das parcelas diante da composição de espécies. A ordenação foi feita utilizando-se uma matriz de dados de presença e ausência, resultado do cálculo do Índice de Similaridade de Jaccard.

As possíveis similaridades na composição de espécies entre os ambientes foram estatisticamente avaliadas mediante o teste de similaridade ANOSIM (Clarke & Warwick, 2001) que, a partir de um valor de correlação, permite observar diferenças nos ambientes em função da composição de espécies. A análise NMDS e o teste ANOSIM foram realizados com auxílio do software PAST® (Hammer *et al*., 2001).

**Figura 1 – Platôs e transectos de amostragem definidos para o monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

## Resultados e Discussão

Os estudos desenvolvidos com a herpetofauna durante o monitoramento de impactos da mineração, considerando dois anos de monitoramento, contabilizaram um total de 9150 indivíduos de 34 espécies de anfíbios (riqueza esta equivalente a 63% do total das 54 espécies do grupo registrado para a FLONA; ver capítulo 2) e 3966 indivíduos de 72 espécies de répteis (57,1% da riqueza da unidade; 126 espécies – ver capítulo 1). Todos os anfíbios registrados pertencem à ordem Anura, enquanto os répteis subdividem-se em três quelônios, três crocodilianos, uma anfisbena, 24 lagartos e 41 serpentes. As espécies registradas e as abundâncias obtidas para cada uma (total) encontram-se expressas nas Tabelas 1 e 2.

A Tabela 3 apresenta uma síntese dos valores de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade obtidos para anfíbios e répteis em cada uma das campanhas, para os dois anos individualmente e consolidados para todo o período amostral.

Com base na riqueza e abundância por espécie ao longo de todo o período amostral, os Índices de Diversidade de Shannon (H) são iguais a 2,613 para anfíbios e 1,502 para répteis. Quanto à Equitabilidade (J), para anfíbios o valor obtido foi 0,741 (indicando certa homogeneidade dos dados referentes às diferentes espécies), enquanto para répteis o valor foi 0,3513 (denotando alta heterogeneidade, derivada especialmente do alto valor para poucas espécies de répteis em contraposição a uma elevada riqueza de espécies raras) (Melo, 2008).

Em relação aos dois anos de monitoramento realizados, no primeiro obteve-se o registro de 6174 indivíduos de 31 espécies de anfíbios (67,5% da abundância e 91,2% da riqueza verificada para o grupo ao longo de todo o período de estudo) e 1855 indivíduos de 56 espécies de répteis (46,8% da abundância e 77,7% da riqueza, respectivamente), enquanto no segundo obteve-se 2976 indivíduos também de 31 espécies de anfíbios (32,5% da abundância e 91,2% da riqueza) e 2111 indivíduos de 55 espécies de répteis (53,2% da abundância e 76,4% da riqueza, respectivamente) (Figura 2). Desta forma, verifica-se que, embora a abundância tenha sido variável segundo os dois grupos entre os dois anos de monitoramento, a riqueza permaneceu similar, embora tenha contemplado espécies diferentes em cada ano.

**Tabela 1 – Riqueza e abundância de anfíbios registradas por transecto e total durante as quatro campanhas de monitoramento do impacto da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| *TÁXON* | *TRANSECTOS* | | | | | | | | | | | | | | | | | | *N* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *CIP B* | *CIP E* | *CIP T* | *MB1 B* | *MB1 E* | *MB1 T* | *MB2 B* | *MB2 E* | *MB2 T* | *PAP B* | *PAP E* | *PAP T* | *PER B* | *PER E* | *PER T* | *SAC B* | *SAC E* | *SAC T* | |
| **ANURA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Aromobatidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Allobates femoralis* | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | 12 | 2 | 4 | 22 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 2 | 2 | **64** |
| *Allobates* sp. | 48 | 31 | 7 | 87 | 18 | 15 | 22 | 12 | 11 | 31 | 0 | 4 | 77 | 8 | 3 | 43 | 9 | 6 | **432** |
| *Anomaloglossus* cf. *baeobatrachus* | 43 | 0 | 3 | 43 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 58 | 9 | 1 | 27 | 5 | 4 | **211** |
| **Bufonidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Amazophrynella manaos* | 11 | 3 | 0 | 40 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 166 | 1 | 3 | 96 | 0 | 0 | **335** |
| *Rhinella castaneotica* | 10 | 2 | 0 | 10 | 20 | 10 | 11 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 44 | 20 | 5 | 7 | 2 | 0 | **146** |
| *Rhinella margaritifera* | 20 | 5 | 9 | 211 | 70 | 9 | 39 | 9 | 13 | 68 | 30 | 21 | 100 | 30 | 10 | 65 | 27 | 17 | **753** |
| *Rhinella marina* | 4 | 7 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 4 | **34** |
| **Centrolenidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Vitreorana ritae* | 13 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | **73** |
| **Dendrobatidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Dendrobates tinctorius* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 5 | 0 | 0 | 33 | 0 | 2 | 1 | **80** |
| **Hylidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Dendropsophus minutus* | 0 | 0 | 0 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **89** |
| *Hypsiboas boans* | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | **8** |
| *Hypsiboas cinerascens* | 35 | 0 | 0 | 123 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 148 | 10 | 45 | 180 | 0 | 0 | 61 | 0 | 0 | **617** |
| *Hypsiboas geographicus* | 0 | 0 | 0 | 40 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | **69** |
| *Osteocephalus oophagus* | 47 | 57 | 67 | 69 | 58 | 90 | 137 | 143 | 205 | 204 | 133 | 176 | 137 | 34 | 32 | 76 | 100 | 166 | **1931** |
| *Osteocephalus taurinus* | 11 | 7 | 52 | 18 | 2 | 15 | 31 | 19 | 42 | 33 | 0 | 30 | 14 | 7 | 15 | 12 | 6 | 39 | **353** |
| *Scinax ruber* | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **15** |
| *Trachycephalus resinifictrix* | 11 | 11 | 21 | 9 | 10 | 13 | 7 | 14 | 8 | 7 | 15 | 12 | 5 | 0 | 0 | 4 | 2 | 4 | **153** |
| **Leptodactylidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Adenomera andreae* | 132 | 84 | 88 | 110 | 191 | 154 | 41 | 14 | 108 | 221 | 97 | 79 | 73 | 53 | 46 | 42 | 62 | 154 | **1749** |
| *Adenomera hylaedactyla* | 19 | 16 | 6 | 79 | 54 | 22 | 37 | 43 | 38 | 71 | 5 | 15 | 39 | 11 | 17 | 33 | 27 | 78 | **610** |
| *Leptodactylus knudseni* | 4 | 3 | 2 | 14 | 4 | 11 | 3 | 0 | 12 | 9 | 7 | 11 | 1 | 0 | 22 | 2 | 0 | 10 | **115** |
| *Leptodactylus lineatus* | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | **18** |
| *Leptodactylus mystaceus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0 | **13** |

| *TÁXON* | *TRANSECTOS* | | | | | | | | | | | | | | | | | | *N* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *CIP B* | *CIP E* | *CIP T* | *MB1 B* | *MB1 E* | *MB1 T* | *MB2 B* | *MB2 E* | *MB2 T* | *PAP B* | *PAP E* | *PAP T* | *PER B* | *PER E* | *PER T* | *SAC B* | *SAC E* | *SAC T* | |
| *Leptodactylus leptodactyloides* | 0 | 2 | 2 | 13 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **24** |
| *Leptodactylus paraensis* | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | **9** |
| *Leptodactylus pentadactylus* | 62 | 16 | 32 | 7 | 29 | 98 | 31 | 88 | 162 | 66 | 38 | 84 | 13 | 9 | 12 | 7 | 8 | 9 | **771** |
| *Leptodactylus rhodomystax* | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 12 | 4 | 4 | 9 | 1 | 1 | 0 | **46** |
| *Leptodactylus fuscus* | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | **22** |
| *Leptodactylus stenodema* | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 2 | **32** |
| **Phyllomedusidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Phyllomedusa bicolor* | 6 | 1 | 3 | 11 | 0 | 25 | 6 | 2 | 24 | 3 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | **90** |
| *Phyllomedusa tomopterna* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **4** |
| *Phyllomedusa vaillantii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | **25** |
| **Strabomantidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Pristimantis* sp. | 8 | 12 | 2 | 17 | 10 | 6 | 7 | 5 | 13 | 7 | 2 | 10 | 4 | 3 | 1 | 2 | 6 | 6 | **121** |
| *Pristimantis zimmermannae* | 0 | 8 | 12 | 13 | 13 | 3 | 12 | 4 | 8 | 15 | 11 | 12 | 8 | 5 | 0 | 1 | 7 | 5 | **137** |
| **Microhylildae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Synapturanus mirandaribeiroi* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| **RIQUEZA TOTAL** | **20** | **19** | **16** | **27** | **22** | **22** | **22** | **15** | **20** | **24** | **16** | **22** | **26** | **18** | **17** | **24** | **19** | **19** | **34** |
| **ABUNDÂNCIA TOTAL** | **492** | **273** | **310** | **1026** | **506** | **504** | **432** | **361** | **685** | **964** | **360** | **545** | **952** | **203** | **217** | **538** | **272** | **510** | **9150** |
| **DIVERSIDADE (S)** | **2,436** | **2,226** | **2,046** | **2,62** | **2,114** | **2,196** | **2,402** | **1,826** | **2,094** | **2,302** | **1,837** | **2,252** | **2,388** | **2,297** | **2,357** | **2,48** | **1,995** | **1,829** | **2,613** |
| **EQUABILIDADE (J)** | **0,813** | **0,756** | **0,738** | **0,795** | **0,684** | **0,710** | **0,777** | **0,674** | **0,699** | **0,724** | **0,662** | **0,728** | **0,733** | **0,795** | **0,832** | **0,780** | **0,677** | **0,621** | **0,741** |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

**Tabela 2 – Riqueza e abundância de répteis registradas por transecto e total durante as quatro campanhas de monitoramento do impacto da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| *TÁXON* | *TRANSECTOS* | | | | | | | | | | | | | | | | | | *N* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *CIP B* | *CIP E* | *CIP T* | *MB1 B* | *MB1 E* | *MB1 T* | *MB2 B* | *MB2 E* | *MB2 T* | *PAP B* | *PAP E* | *PAP T* | *PER B* | *PER E* | *PER T* | *SAC B* | *SAC E* | *SAC T* | |
| **TESTUDINES** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Testudinidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Chelonoidis carbonarius* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **4** |
| *Chelonoidis denticulatus* | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | **6** |
| **Geoemydidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Rhinoclemmys punctularia* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **CROCODYLIA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Alligatoridae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Caiman crocodilus* | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **6** |
| *Paleosuchus palpebrosus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Paleosuchus trigonatus* | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | **22** |
| **SQUAMATA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Amphisbaenia** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Amphisbaenidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Amphisbaena vanzolinii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| **Lagartos** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Dactyloidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Dactyloa punctata* | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | **10** |
| *Norops fuscoauratus* | 27 | 8 | 20 | 24 | 19 | 35 | 12 | 14 | 31 | 31 | 23 | 23 | 9 | 26 | 26 | 6 | 9 | 7 | **350** |
| *Norops chrysolepis* | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 | 8 | 9 | 3 | 7 | 3 | 2 | 0 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | **66** |
| *Norops ortonii* | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | **22** |
| **Tropiduridae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Plica plica* | 5 | 1 | 3 | 0 | 1 | 8 | 2 | 2 | 7 | 7 | 6 | 1 | 3 | 4 | 4 | 0 | 3 | 4 | **61** |
| *Plica umbra* | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 9 | 4 | 4 | 6 | 4 | 2 | 1 | **48** |
| *Uranoscodon superciliosus* | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **4** |
| **Gymnophthalmidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Alopoglossus angulatus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | **2** |
| *Arthrosaura reticulata* | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | **13** |
| *Leposoma guianense* | 0 | 2 | 7 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 13 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 3 | **49** |
| *Neusticurus ecpleopus* | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | **20** |
| *Neusticurus rudis* | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | **12** |
| *Tretioscincus agilis* | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | **9** |

| TÁXON | TRANSECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CIP B | CIP E | CIP T | MB1 B | MB1 E | MB1 T | MB2 B | MB2 E | MB2 T | PAP B | PAP E | PAP T | PER B | PER E | PER T | SAC B | SAC E | SAC T | |
| **Phyllodactylidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Thecadactylus rapicauda* | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 12 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 0 | **44** |
| **Mabuydae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Copeoglossum nigropunctatum* | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 1 | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | **25** |
| **Sphaerodactylidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Chatogekko amazonicus* | 1 | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 5 | 8 | **38** |
| *Gonatodes annularis* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Gonatodes humeralis* | 172 | 133 | 121 | 121 | 129 | 236 | 81 | 159 | 150 | 168 | 212 | 309 | 111 | 234 | 217 | 55 | 103 | 69 | **2780** |
| *Pseudogonatodes guianensis* | 0 | 3 | 9 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **19** |
| **Teiidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ameiva ameiva* | 1 | 1 | 14 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 1 | **30** |
| *Cnemidophorus cryptus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | **2** |
| *Crocodilurus amazonicus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **2** |
| *Kentropyx calcarata* | 16 | 5 | 14 | 22 | 4 | 3 | 5 | 9 | 3 | 3 | 11 | 2 | 6 | 5 | 6 | 6 | 4 | 3 | **127** |
| *Tupinambis teguixin* | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | **6** |
| **Serpentes** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Leptotyphlopidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Epictia tenella* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| **Anyliidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Anylius scytale* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **Boidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Boa constrictor* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Corallus caninus* | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | **5** |
| *Corallus hortullanus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | **6** |
| **Colubridae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Chironius fuscus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | **8** |
| *Dendrophidion dendrophis* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **4** |
| *Drymarchon corais* | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Drymoluber dichrous* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Mastigodryas boddaerti* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | **6** |
| *Rhynobothryum lentiginosum* | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **4** |
| *Tantilla melanocephala* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| **Dipsadidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Atractus snethlegeae* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |

| *TÁXON* | *TRANSECTOS* | | | | | | | | | | | | | | | | | | *N* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *CIP B* | *CIP E* | *CIP T* | *MB1 B* | *MB1 E* | *MB1 T* | *MB2 B* | *MB2 E* | *MB2 T* | *PAP B* | *PAP E* | *PAP T* | *PER B* | *PER E* | *PER T* | *SAC B* | *SAC E* | *SAC T* | |
| *Dipsas catesbyi* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | **11** |
| *Erythrolamprus pygmaeus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Erythrolamprus reginae* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Drepanoides anomalus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | **1** |
| *Helicops angulatus* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **2** |
| *Helicops sp.* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Hydrops martii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Hydrodynastes gigas* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **2** |
| *Imantodes cenchoa* | 1 | 1 | 2 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 6 | **45** |
| *Leptodeira annulata* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| *Oxyrhopus melanogenys* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Oxyrhopus occipitalis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Oxyrhopus vanidicus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Oxyrhopus* sp. | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Philodryas argentea* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | **6** |
| *Pseudoboa coronata* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| *Pseudoboa neuwiedi* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| *Siphlophis compressus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Siphlophis cervinus* | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | **12** |
| *Taeniophallus nicagus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| **Elapidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Micrurus averyi* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **2** |
| *Micrurus lemniscatus* | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| *Micrurus hemprichii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | **3** |
| *Micrurus paraensis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| *Micrurus* sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **Viperidae** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Bothrops atrox* | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | **17** |
| *Lachesis muta* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **5** |
| **RIQUEZA TOTAL** | **21** | **15** | **25** | **26** | **21** | **23** | **22** | **19** | **20** | **22** | **16** | **22** | **23** | **19** | **16** | **22** | **23** | **14** | **72** |
| **ABUNDÂNCIA TOTAL** | **247** | **165** | **216** | **207** | **187** | **322** | **131** | **209** | **217** | **263** | **276** | **387** | **167** | **298** | **285** | **117** | **162** | **110** | **3966** |
| **DIVERSIDADE (H)** | **1,285** | **0,949** | **1,824** | **1,693** | **1,378** | **1,201** | **1,664** | **1,1** | **1,273** | **1,498** | **1,039** | **0,995** | **1,579** | **0,999** | **1,071** | **2,1** | **1,686** | **1,524** | **1,502** |
| **EQUABILIDADE (J)** | **0,422** | **0,350** | **0,567** | **0,520** | **0,452** | **0,383** | **0,538** | **0,374** | **0,425** | **0,487** | **0,375** | **0,322** | **0,504** | **0,339** | **0,386** | **0,679** | **0,538** | **0,577** | **0,351** |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

**Tabela 3 – Síntese dos valores de riqueza, abundância, diversidade (H) e equitabilidade (J) de anfíbios e répteis segundo diferentes períodos do monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

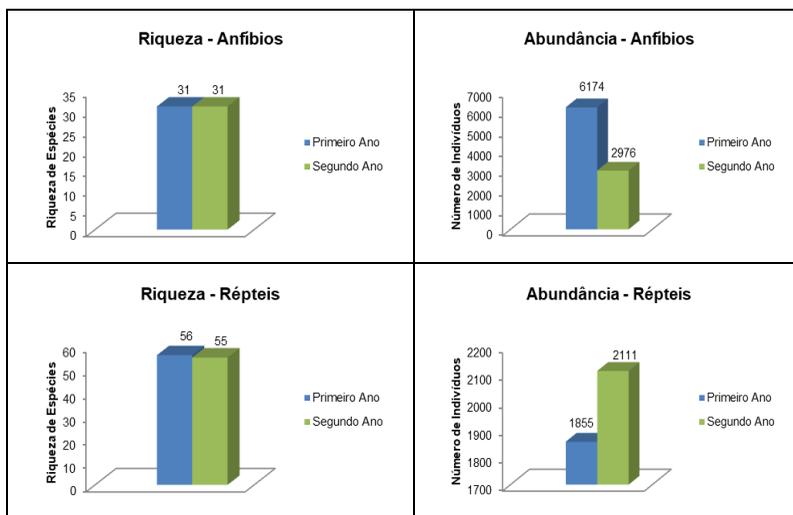
| Grupo/Período | Riqueza | Abundância | Diversidade (H) | Equitabilidade (J) |
|---|---|---|---|---|
| **Anfíbios** | | | | |
| **Total (2 anos)** | 34 | 9150 | 2,613 | 0,7410 |
| **Primeiro Ano** | 31 | 6174 | 2,366 | 0,6889 |
| **Segundo Ano** | 31 | 2976 | 2,547 | 0,7417 |
| **Campanha 1** | 30 | 4969 | 2,247 | 0,6607 |
| **Campanha 2** | 26 | 1205 | 2,390 | 0,7336 |
| **Campanha 3** | 30 | 1606 | 2,351 | 0,6911 |
| **Campanha 4** | 20 | 1370 | 1,945 | 0,6494 |
| **Répteis** | | | | |
| **Total (2 anos)** | 72 | 3966 | 1,502 | 0,3513 |
| **Primeiro Ano** | 56 | 1855 | 1,643 | 0,4080 |
| **Segundo Ano** | 55 | 2111 | 1,289 | 0,3217 |
| **Campanha 1** | 44 | 725 | 1,624 | 0,4291 |
| **Campanha 2** | 39 | 1130 | 1,533 | 0,4240 |
| **Campanha 3** | 42 | 895 | 1,402 | 0,3751 |
| **Campanha 4** | 39 | 1216 | 1,132 | 0,3090 |

Quanto à diversidade segundo Shannon, para anfíbios o primeiro ano mostrou-se inferior (H = 2,366) em relação ao segundo (H = 2,547), não obstante a riqueza ser similar e a abundância ser mais de duas vezes superior. O menor valor deve-se essencialmente à maior heterogeneidade dos dados no primeiro ano, expressos pelo valor inferior de equitabilidade (J = 0,6889 no primeiro ano e J = 0,7417 no segundo). Já para répteis, a condição se inverte, com a maior diversidade e maior valor de equitabilidade ocorrendo no primeiro ano (H = 1,643; J = 0,4080) em relação ao segundo (H = 1,289; J = 0,3217).

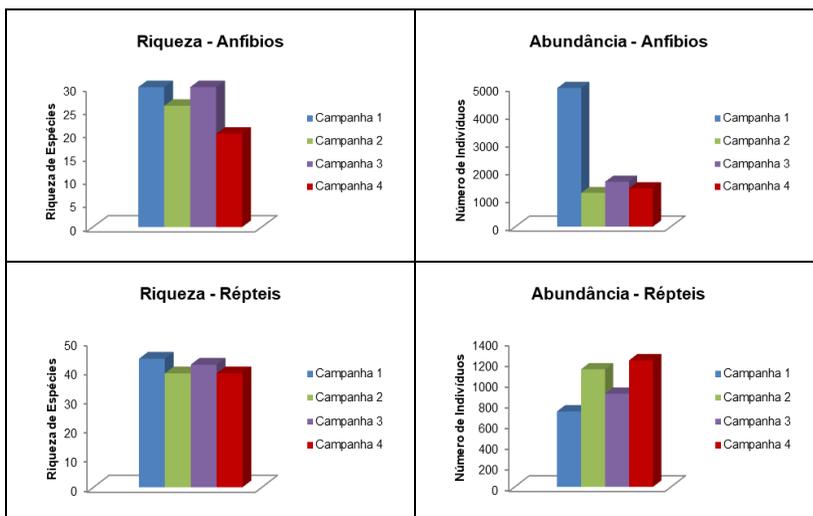
Em relação às quatro campanhas de monitoramento (Figura 3), as condições observadas foram as seguintes.

Para anfíbios, a primeira campanha foi responsável pelo registro de 4969 indivíduos (54,3% da abundância total), sendo seguida pela terceira campanha (1606 indivíduos; 17,6%), pela quarta (1370 indivíduos; 15%) e finalmente pela segunda (1205 indivíduos; 13,2%). Já em relação à riqueza, a primeira e a terceira campanhas apresentaram 30 espécies ambas (valor equivalente a 88,2% da riqueza total ao longo do estudo), sendo seguidas pela segunda campanha (com 26 espécies; 76,5% da riqueza) e finalmente pela quarta (20 espécies; 58,8%). Desta forma, considerando-se que a primeira e a terceira campanhas

referem-se a períodos chuvosos, verifica-se que o grupo atende bem à sazonalidade da região, com as maiores riquezas e abundâncias nesse período sendo uma resposta direta à maior incidência de sítios reprodutivos (especialmente poças temporárias). Entretanto, em relação à diversidade, a segunda campanha apresentou o maior valor (H = 2,390) decorrente da maior homogeneidade dos dados (condição muitas vezes verificada em menores amostragens), sendo seguida pelas campanhas 3 (H = 2,351), 1 (H = 2,247) e 4 (H = 1,945).

**Figura 2 – Riqueza e abundância de anfíbios e répteis nos dois anos de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Para répteis, as campanhas apresentaram condições variáveis e distintas daquelas verificadas para anfíbios. As campanhas com maiores abundâncias foram, em ordem, as seguintes: quarta campanha (com 1216 indivíduos; 30,7% do total), segunda (1130 indivíduos; 28,5%), terceira (895, 22,6%) e finalmente a primeira (com 725 indivíduos; 18,2% do total). Desta forma, verifica-se que, em relação à abundância, os répteis prevaleceram nos períodos de estiagem, condição esta devida essencialmente à alta incidência de espécies de lagartos heliófilos. Já em relação à riqueza, entretanto, a primeira campanha foi a mais rica, com 44 espécies (valor equivalente a 61,1% do total de espécies registradas para todo o período de

estudo), sendo seguida pela terceira campanha (com 42 espécies; 58,3%) e em conjunto pela segunda e pela quarta campanhas (ambas com 39 espécies; 54,2%). Em relação à diversidade, por fim, os maiores valores foram verificados da primeira para a quarta campanha em sequência, sendo decorrentes da maior heterogeneidade dos dados ao longo das mesmas.

**Figura 3 – Riqueza e abundância de anfíbios e répteis nas quatro campanhas de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Pelos dados apresentados, observa-se uma condição inversa entre a riqueza e abundância dos répteis, explicada pela maior incidência de espécies de serpentes nos períodos chuvosos, naturalmente menos abundantes do que lagartos porém de maior facilidade amostral nesses períodos (Martins & Oliveira, 1988), além de quelônios e crocodilianos que, nessa fase, se estabelecem em poças temporárias nos platôs, sendo assim facilmente registrados (Morato *et al*., 2011). No geral, portanto, a comunidade herpetofaunística analisada encontra-se em conformidade com os padrões sazonais da Amazônia (*e.g.,* Colli *et al*., 1997; Watling & Donnelly, 2002; Bernarde & Abe, 2006).

*Estimativas de Riqueza*

As Figuras 4 e 5 apresentam as estimativas de riqueza de anfíbios e répteis mediante curvas de rarefação e avaliação de estimadores. A análise dos dados obtidos pelos estimadores de riqueza demonstram que as amostragens realizadas para anfíbios foram consistentes, uma vez que a riqueza observada é similar aos valores estimados e encontram-se dentro dos respectivos desvios-padrão. Tal condição deve-se à baixa incidência de espécies raras na comunidade (*uniques* ou *duplicates*), o que tende a tornar a estimativa de riqueza mais próxima à observada (Magurran, 1988). Já em relação a répteis, a alta incidência de espécies mais raras e/ou de baixa amostragem (especialmente serpentes) tende a elevar a estimativa de riqueza, denotando a possibilidade de encontro de outras espécies na área de estudo (Magurran, 1988). Esta condição é também expressa pelos elevados valores dos desvios-padrão. Entretanto, considerando os dados aleatorizados, a riqueza obtida mostra-se mais aproximada e dentro do intervalo dos desvios.

Quanto à avaliação das amostragens por meio de curvas de rarefação, verifica-se assim que, para anfíbios, as amostragens ao longo de todo o período de estudo já permitiram o registro da quase totalidade das espécies ocorrentes na área de estudo (condição expressa pela estabilização da curva) (Figura 4). Já para répteis, a curva ainda mantem-se em ascenção, indicando que outras espécies são esperadas para a região (Figura 5).

A estabilização da curva amostral de anfíbios não determina que o grupo possa ter suas amostragens interrompidas (uma vez que o objetivo do presente trabalho não consiste em um levantamento de espécies em si), mas sim que o mesmo pode ser utilizado com maior precisão para a avaliação continuada dos impactos da mineração. Nesse sentido, corrobora-se a informação de que o grupo constitui em um dos melhores indicadores ambientais dentre os vertebrados.

**Figura 4 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática total (dois anos em conjunto) para anfíbios no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Período | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Total** | 34 | 34<br>DP=0,12 | 34,94<br>DP=0,94 | 34,74<br>--- | 33,67<br>DP=1,34 | 34,51<br>DP=1,38 | 33,99<br>DP=0,97 |

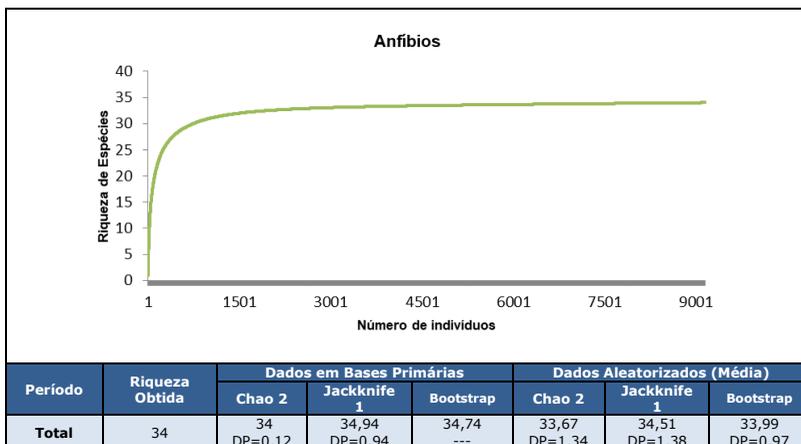
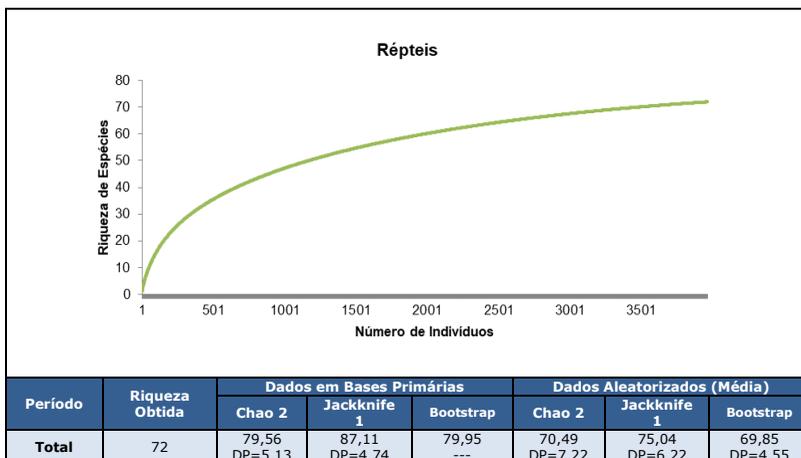



**Figura 5 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática total (dois anos em conjunto) para répteis no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Período | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Total** | 72 | 79,56<br>DP=5,13 | 87,11<br>DP=4,74 | 79,95<br>--- | 70,49<br>DP=7,22 | 75,04<br>DP=6,22 | 69,85<br>DP=4,55 |

Em relação aos dois anos de monitoramento, as Figuras 6 e 7 apresentam as estimativas de riqueza de anfíbios e répteis mediante curvas de rarefação e avaliação de estimadores, respectivamente. Para anfíbios, verifica-se que as curvas de rarefação acompanham o padrão geral dos dois anos de estudos em conjunto, uma vez que, em ambos os anos, há tendência à estabilização das curvas, com o início da flexão das mesmas ocorrendo em menos de 500 indivíduos em valor próximo a 25 espécies e com pequena elevação para tendência à estabilização em valor próximo a 30 espécies. Por sua vez, os estimadores de riqueza em bases originais indicam que, para o segundo ano, duas outras espécies seriam passíveis de registro, enquanto os dados aleatorizados (valores médios) indicam que o número de espécies registrado é similar ao esperado.

Quanto aos répteis, as curvas dos dois anos mantêm-se em ascenção sem um ponto de flexão definido, não permitindo a estimativa do número de espécies locais. As análises mediante estimadores em bases originais indicam também que um número mais elevado de espécies é esperado, uma vez que a riqueza observada é distante da estimada ou inclusive do intervalo dos desvios-padrão. Já quanto aos dados aleatorizados, os resultados indicam que a riqueza observada é próxima à esperada.

**Figura 6 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por ano para anfíbios no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Ano | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Primeiro** | 31 | 31 DP=0,12 | 31,94 DP=0,94 | 31,79 --- | 30,78 DP=1,75 | 31,69 DP=1,60 | 31,12 DP=1,10 |
| **Segundo** | 31 | 32,13 DP=1,76 | 34,78 DP=1,71 | 33 --- | 30,40 DP=2,67 | 31,80 DP=2,29 | 30,51 DP=1,66 |

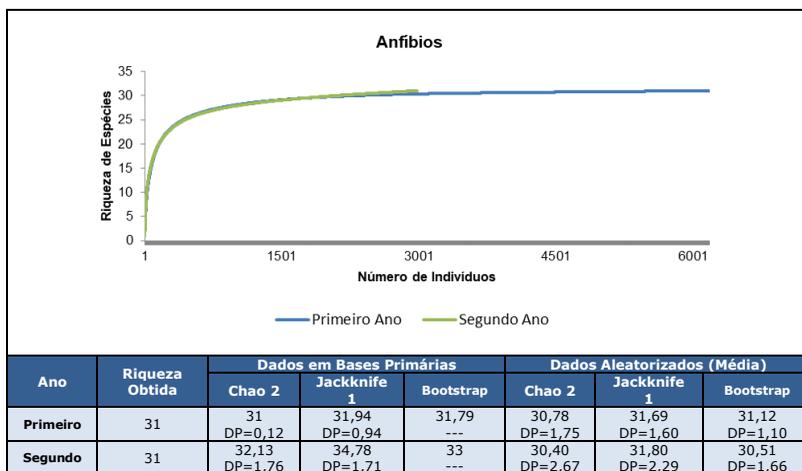
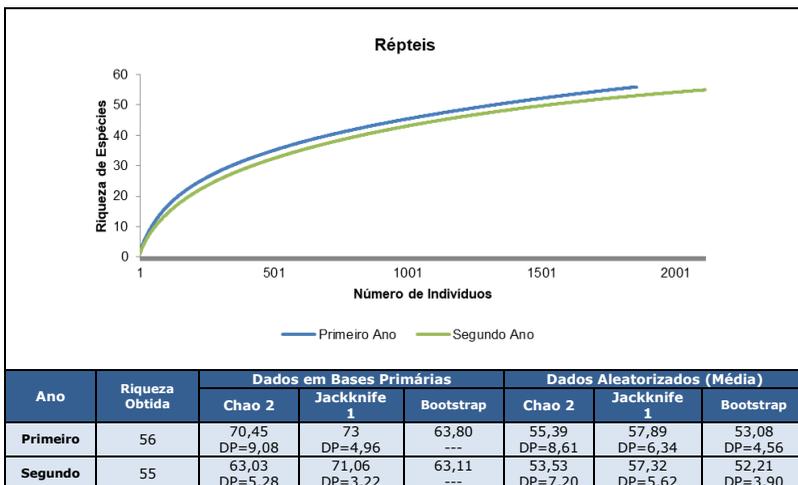
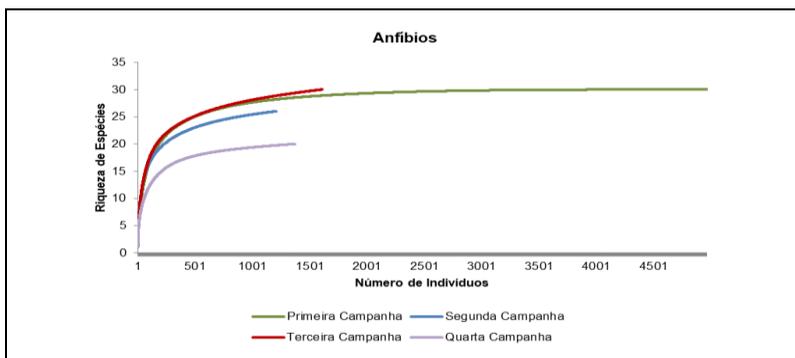



**Figura 7 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por ano para répteis no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

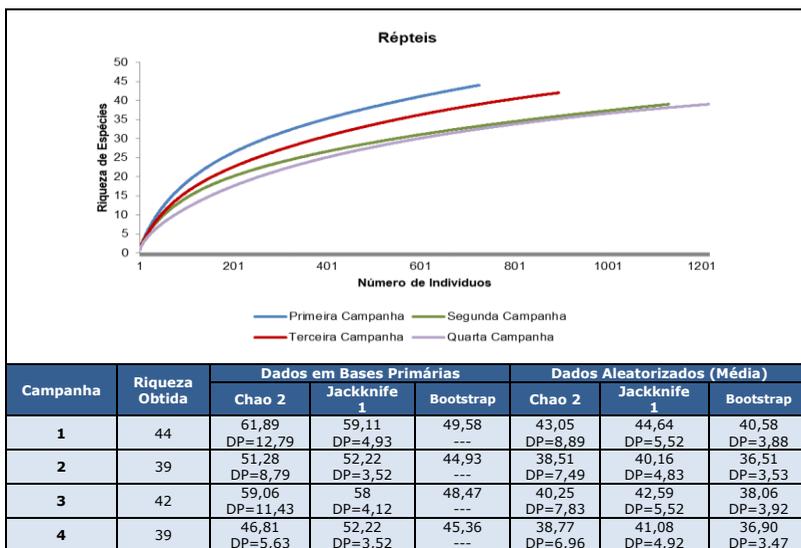
| Ano | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Primeiro** | 56 | 70,45 DP=9,08 | 73 DP=4,96 | 63,80 --- | 55,39 DP=8,61 | 57,89 DP=6,34 | 53,08 DP=4,56 |
| **Segundo** | 55 | 63,03 DP=5,28 | 71,06 DP=3,22 | 63,11 --- | 53,53 DP=7,20 | 57,32 DP=5,62 | 52,21 DP=3,90 |

Em relação às quatro campanhas realizadas, as curvas de rarefação obtidas e as estimativas de riqueza são apresentadas nas Figuras 8 e 9.

Para anfíbios, a curva referente à primeira campanha apresentou-se estabilizada, indicando que as amostragens permitiram registrar a totalidade das espécies passíveis de encontro no período em questão, ao passo em que as demais curvas demonstram tendência à estabilização. Observa-se que, no geral, as curvas referentes aos períodos chuvosos indicam uma maior riqueza de espécies do grupo, o que concorda com os dados de riqueza levantados. Já as estimativas de riqueza aproximam-se dos valores obtidos para a maioria dos estimadores (à exceção de Jackknife 1 em base de dados primários, que indica a ocorrência de 2 a 5 outras espécies por campanha), denotando que as amostragens foram significativas.

**Figura 8 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por campanha para anfíbios no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Campanha | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **1** | 30 | 31,31 DP=0,88 | 31,89 DP=1,30 | 31,06 --- | 29,53 DP=1,61 | 30,61 DP=1,76 | 29,96 DP=1,31 |
| **2** | 26 | 28,36 DP=3,01 | 30,72 DP=2,30 | 28,25 --- | 25,63 DP=3,92 | 26,64 DP=2,74 | 25,26 DP=2,02 |
| **3** | 30 | 32,36 DP=2,76 | 35,67 DP=1,94 | 32,90 --- | 29,18 DP=3,57 | 31 DP=2,72 | 29,14 DP=1,94 |
| **4** | 20 | 21,89 DP=2,75 | 23,78 DP=1,71 | 21,82 --- | 19,39 DP=2,40 | 20,63 DP=2,11 | 19,52 DP=1,45 |

Para répteis, todas as curvas encontram-se ainda em elevação, demonstrando que outras espécies poderão ser futuramente registradas na área de estudo. Da mesma forma, os estimadores em bases primárias indicam valores superiores ao obtido. Esta é uma condição típica do grupo, uma vez que o mesmo contempla várias espécies com um único registro (singletons; principalmente serpentes, seg. Martins & Oliveira, 1998; Franco & Salomão, 2002), fator que define a tendência de ampliação da riqueza (Magurran, 1988). Entretanto, considerando-se os estimadores com base em dados médios (aleatorizados), os mesmos indicam que as riquezas observadas encontram-se dentro dos intervalos esperados, condição que sugere que, para o universo amostral, os dados são consistentes.

**Figura 9 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por campanha para répteis no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Campanha | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **1** | 44 | 61,89 DP=12,79 | 59,11 DP=4,93 | 49,58 --- | 43,05 DP=8,89 | 44,64 DP=5,52 | 40,58 DP=3,88 |
| **2** | 39 | 51,28 DP=8,79 | 52,22 DP=3,52 | 44,93 --- | 38,51 DP=7,49 | 40,16 DP=4,83 | 36,51 DP=3,53 |
| **3** | 42 | 59,06 DP=11,43 | 58 DP=4,12 | 48,47 --- | 40,25 DP=7,83 | 42,59 DP=5,52 | 38,06 DP=3,92 |
| **4** | 39 | 46,81 DP=5,63 | 52,22 DP=3,52 | 45,36 --- | 38,77 DP=6,96 | 41,08 DP=4,92 | 36,90 DP=3,47 |

*Composição, Riqueza, Abundância e Diversidade por Transecto*

Quanto à riqueza e abundância de espécies em relação aos 18 transectos de amostragem, os dados obtidos para o total de dois anos de monitoramento são os seguintes.

Para anfíbios, a riqueza para os dois anos em conjunto variou entre 15 (transecto MB2-E) e 27 espécies (MB1-B) (amplitude = 12; média = 20,4), enquanto a abundância variou entre 203 (PER-E) e 1026 indivíduos (MB1-B) (amplitude = 823; média = 508,3). Já quanto à diversidade, a mesma variou entre 1,826 no transecto MB2-E e 2,480 no transecto SAC-B (Figura 10; Tabela 4).

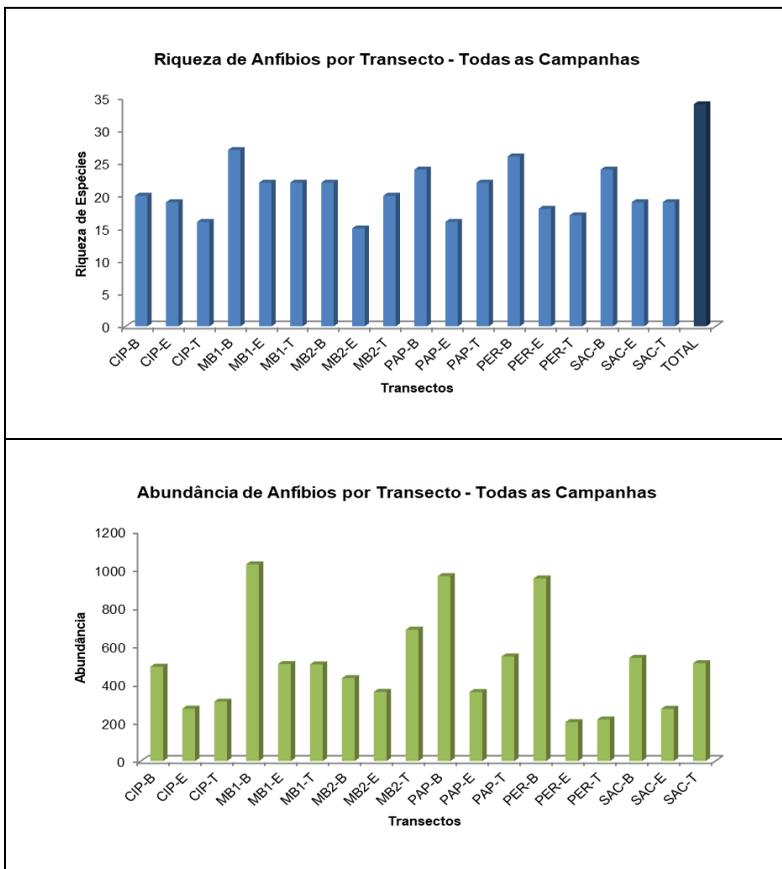
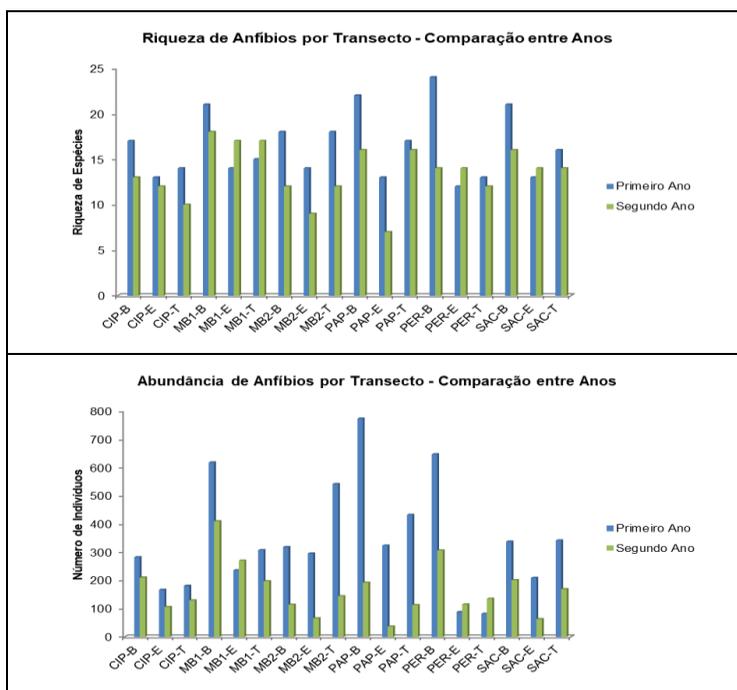
**Figura 10 – Riqueza e abundância de anfíbios observadas em conjunto para os dois anos de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

**Tabela 4 – Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade de anfíbios por transecto registrados durante os dois anos de monitoramento do impacto da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| PARÂMETRO | TRANSECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CIP B | CIP E | CIP T | MB1 B | MB1 E | MB1 T | MB2 B | MB2 E | MB2 T | PAP B | PAP E | PAP T | PER B | PER E | PER T | SAC B | SAC E | SAC T | |
| **PRIMEIRO ANO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Riqueza** | 17 | 13 | 14 | 21 | 14 | 15 | 18 | 14 | 18 | 22 | 13 | 17 | 24 | 12 | 13 | 21 | 13 | 16 | 31 |
| **Abundância** | 282 | 167 | 181 | 617 | 236 | 307 | 318 | 295 | 541 | 772 | 323 | 432 | 646 | 88 | 82 | 337 | 209 | 341 | 6174 |
| **Diversidade** | 2,307 | 1,874 | 1,943 | 2,359 | 2,06 | 1,708 | 2,117 | 1,493 | 1,694 | 2,054 | 1,697 | 1,894 | 2,189 | 1,756 | 1,976 | 2,181 | 1,744 | 1,435 | 2,366 |
| **Equitabilidade** | 0,8142 | 0,7307 | 0,7363 | 0,775 | 0,7805 | 0,6305 | 0,7326 | 0,5656 | 0,586 | 0,6644 | 0,6617 | 0,6684 | 0,6887 | 0,7067 | 0,7705 | 0,7164 | 0,6801 | 0,5176 | 0,6889 |
| **SEGUNDO ANO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Riqueza** | 13 | 12 | 10 | 18 | 17 | 17 | 12 | 9 | 12 | 16 | 7 | 16 | 14 | 14 | 12 | 16 | 14 | 14 | 31 |
| **Abundância** | 210 | 106 | 129 | 409 | 270 | 197 | 114 | 66 | 144 | 192 | 37 | 113 | 306 | 115 | 135 | 201 | 63 | 169 | 2976 |
| **Diversidade** | 1,881 | 1,825 | 1,455 | 2,254 | 1,799 | 2,159 | 2,027 | 1,48 | 2,02 | 2,263 | 1,851 | 2,281 | 2,161 | 2,172 | 2,143 | 2,22 | 2,154 | 1,886 | 2,547 |
| **Equitabilidade** | 0,7335 | 0,7346 | 0,6319 | 0,7798 | 0,6349 | 0,7621 | 0,8158 | 0,6736 | 0,813 | 0,816 | 0,9511 | 0,8228 | 0,819 | 0,8231 | 0,8622 | 0,8008 | 0,8162 | 0,7147 | 0,7417 |
| **DADOS CONSOLIDADOS – DOIS ANOS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Riqueza** | 20 | 19 | 16 | 27 | 22 | 22 | 22 | 15 | 20 | 24 | 16 | 22 | 26 | 18 | 17 | 24 | 19 | 19 | 34 |
| **Abundância** | 492 | 273 | 310 | 1026 | 506 | 504 | 432 | 361 | 685 | 964 | 360 | 545 | 952 | 203 | 217 | 538 | 272 | 510 | 9150 |
| **Diversidade** | 2,436 | 2,226 | 2,046 | 2,62 | 2,114 | 2,196 | 2,402 | 1,826 | 2,094 | 2,302 | 1,837 | 2,252 | 2,388 | 2,297 | 2,357 | 2,48 | 1,995 | 1,829 | 2,613 |
| **Equitabilidade** | 0,8131 | 0,7561 | 0,738 | 0,7948 | 0,6838 | 0,7104 | 0,7771 | 0,6742 | 0,699 | 0,7242 | 0,6625 | 0,7284 | 0,733 | 0,7947 | 0,8321 | 0,7803 | 0,6774 | 0,6211 | 0,741 |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

Comparando-se os resultados obtidos para anfíbios em cada ano de estudo (Figura 11), verifica-se que, no geral, o segundo ano apresentou valores inferiores de riqueza e abundância para a maioria dos transectos. Entretanto, de maneira oposta ao esperado, no segundo ano foram observados maiores valores de riqueza para as áreas de topo e encosta do platô Monte Branco 1 (MB1-T e MB1-E), o qual encontra-se em processo de lavra sendo, consequentemente, sujeito a impactos do empreendimento. Além disso, este platô apresentou também as maiores riquezas e abundâncias em relação aos demais (salvo em relação ao baixio do platô Periquito – PER-B). Tais condições sugerem que os impactos da mineração foram pouco incidentes sobre a matriz florestal adjacente no período considerado.

**Figura 11 – Riqueza e abundância de anfíbios comparadas entre os dois anos de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

Quanto aos répteis, a riqueza, considerando os dados consolidados para os dois anos de monitoramento, variou entre 14 (transecto SAC-T) e 26 espécies (MB1-B) (amplitude = 12; média = 20,5), enquanto a abundância variou entre 110 (SAC-T) e 387 indivíduos (PAP-T) (amplitude = 277; média = 220,3) (Figura 4.12). Quanto à diversidade, a mesma variou entre 0,9493 no transecto CIP-E e 2,100 no transecto SAC-B (Figura 13; Tabela 5).

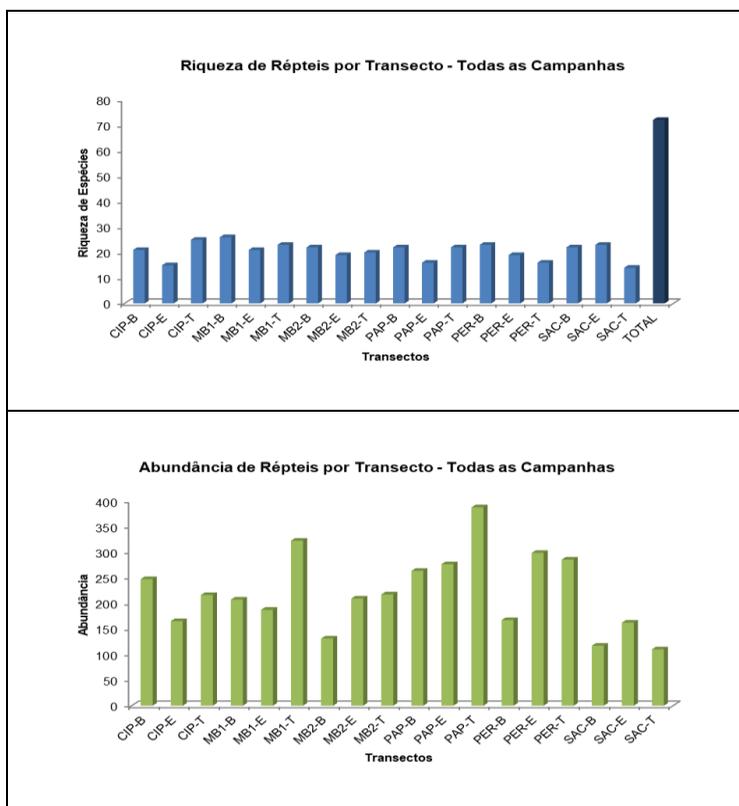
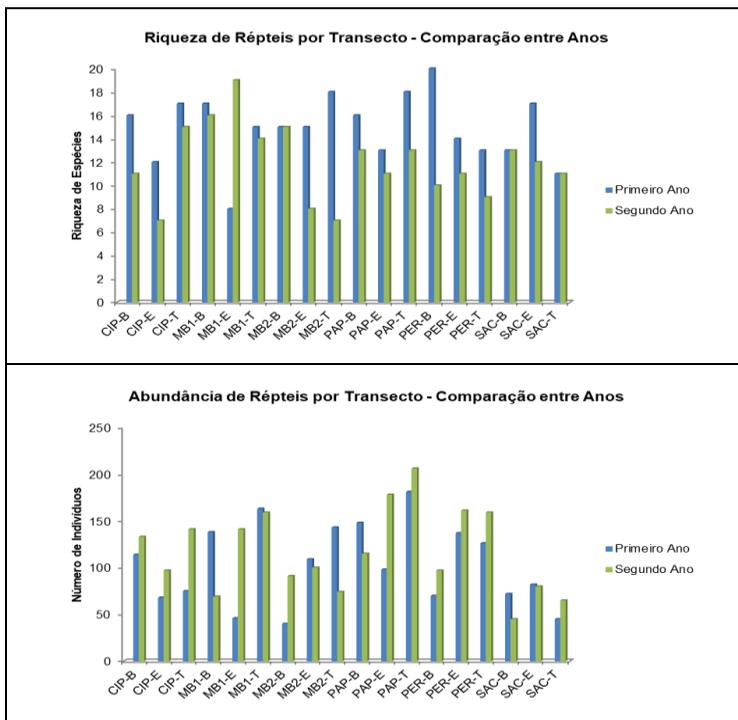
**Figura 12 – Riqueza e abundância de répteis observadas em conjunto para os dois anos de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

**Tabela 5 – Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade de répteis por transecto registrados durante os dois anos de monitoramento do impacto da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| PARÂMETRO | TRANSECTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CIP B | CIP E | CIP T | MB1 B | MB1 E | MB1 T | MB2 B | MB2 E | MB2 T | PAP B | PAP E | PAP T | PER B | PER E | PER T | SAC B | SAC E | SAC T | |
| | | | | | | | | | **PRIMEIRO ANO** | | | | | | | | | | |
| **Abundância** | 114 | 68 | 75 | 138 | 46 | 163 | 40 | 109 | 143 | 148 | 98 | 181 | 70 | 137 | 126 | 72 | 82 | 45 | 1855 |
| **Riqueza** | 16 | 12 | 17 | 17 | 8 | 15 | 15 | 15 | 18 | 16 | 13 | 18 | 20 | 14 | 13 | 13 | 17 | 11 | 56 |
| **Diversidade** | 1,468 | 1,296 | 1,833 | 1,342 | 1,213 | 1,247 | 2,014 | 1,242 | 1,333 | 1,575 | 1,126 | 1,186 | 2,149 | 1,199 | 1,407 | 1,585 | 1,743 | 1,509 | 1,643 |
| **Equitabilidade** | 0,5295 | 0,5214 | 0,6469 | 0,4736 | 0,5831 | 0,4603 | 0,7436 | 0,4586 | 0,4611 | 0,5682 | 0,4388 | 0,4103 | 0,7175 | 0,4543 | 0,5486 | 0,6179 | 0,6153 | 0,6295 | 0,408 |
| | | | | | | | | | **SEGUNDO ANO** | | | | | | | | | | |
| **Abundância** | 133 | 97 | 141 | 69 | 141 | 159 | 91 | 100 | 74 | 115 | 178 | 206 | 97 | 161 | 159 | 45 | 80 | 65 | 2111 |
| **Riqueza** | 11 | 7 | 15 | 16 | 19 | 14 | 15 | 8 | 7 | 13 | 11 | 13 | 10 | 11 | 9 | 13 | 12 | 11 | 55 |
| **Diversidade** | 0,904 | 0,5066 | 1,552 | 1,765 | 1,352 | 0,9696 | 1,328 | 0,7068 | 0,9546 | 1,206 | 0,9117 | 0,73 | 0,8837 | 0,6875 | 0,6145 | 2,107 | 1,31 | 1,427 | 1,289 |
| **Equitabilidade** | 0,377 | 0,2604 | 0,5732 | 0,6365 | 0,4591 | 0,3674 | 0,4905 | 0,3399 | 0,4906 | 0,4703 | 0,3802 | 0,2846 | 0,3838 | 0,2867 | 0,2797 | 0,8215 | 0,5274 | 0,5953 | 0,3217 |
| | | | | | | | | | **DADOS CONSOLIDADOS – DOIS ANOS** | | | | | | | | | | |
| **Abundância** | 247 | 165 | 216 | 207 | 187 | 322 | 131 | 209 | 217 | 263 | 276 | 387 | 167 | 298 | 285 | 117 | 162 | 110 | 3966 |
| **Riqueza** | 21 | 15 | 25 | 26 | 21 | 23 | 22 | 19 | 20 | 22 | 16 | 22 | 23 | 19 | 16 | 22 | 23 | 14 | 72 |
| **Diversidade** | 1,285 | 0,9493 | 1,824 | 1,693 | 1,378 | 1,201 | 1,664 | 1,1 | 1,273 | 1,498 | 1,039 | 0,9954 | 1,579 | 0,9992 | 1,071 | 2,1 | 1,686 | 1,524 | 1,502 |
| **Equitabilidade** | 0,4221 | 0,3505 | 0,5666 | 0,5198 | 0,4525 | 0,3829 | 0,5383 | 0,3736 | 0,4248 | 0,4846 | 0,3748 | 0,322 | 0,5037 | 0,3393 | 0,3862 | 0,6794 | 0,5377 | 0,5773 | 0,3513 |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

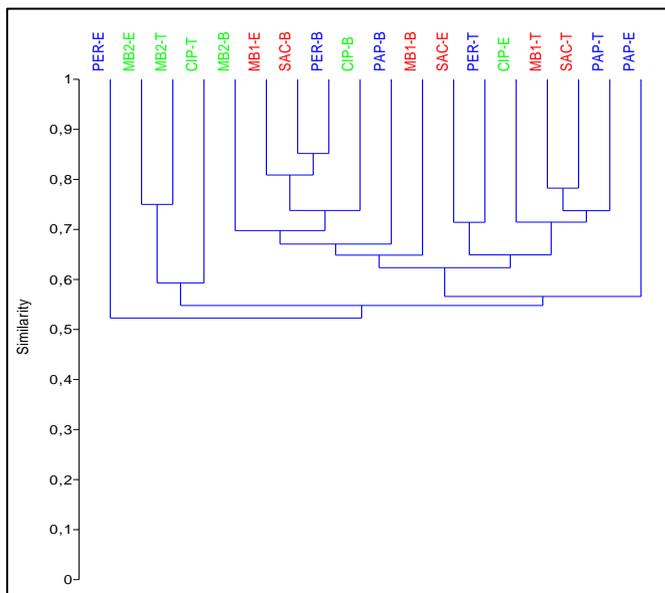
**Figura 13 – Riqueza e abundância de répteis comparadas entre os dois anos de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

Comparando-se os dois anos de estudo, verifica-se que, no geral, o segundo apresentou valores também inferiores de riqueza de répteis para a maioria dos transectos, salvo a encosta do Monte Branco 1 (MB1-E), que foi o único a apresentar incremento, e os transectos MB2-B, SAC-B e SAC-T, os quais apresentaram os mesmos valores nos dois anos (Figura 13). Já para a abundância, os valores foram bastante variáveis, sendo relevante destacar incrementos nos transectos MB1-E e SAC-T, ambos marginais a áreas de lavra. Novamente, portanto, pode-se inferir pequeno impacto das operações minerárias sobre a matriz florestal adjacente, especialmente considerando-se a baixa incidência de espécies tolerantes a condições de alteração nas áreas sujeitas a impactos, tais como lagartos heliófilos (*e.g.,*

*Cnemidophorus* e *Ameiva*) (Vitt & Colli, 1997). Entretanto, deve-se considerar que, para répteis, as curvas de rarefação demonstram a possibilidade de registro de outras espécies.

*Similaridades entre Transectos*

Em relação à análise de similaridade de anfíbios entre os transectos amostrais, considerando a totalidade das campanhas realizadas, a mesma é expressa na Figura 14 e na Tabela 6. As cores representam os platôs com atividades de lavra (vermelho), em recuperação (azul) e primitivos ou áreas-controle (verde).

**Figura 14 – Análise de Cluster de anfíbios por transecto considerando a totalidade das campanhas de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em vermelho: platôs com atividades de lavra; em azul: platôs em recuperação; em verde: platôs íntegros (controle); CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

A análise da matriz e do gráfico de Cluster indica que, no geral, a similaridade entre os transectos é superior a 50%, fator que sugere pequena diferença entre os mesmos. Verificam-se maiores similaridades entre os transectos de topo dos platôs

Saracá (SAC-T), Monte Branco 1 (MB1-T) (ambos sob efeito de lavra) e Papagaio (PAP-T) e um conjunto formado por todos os transectos de baixos, aos quais agrega-se ainda o transecto de encosta do Monte Branco 1 (MB1-E). Por sua vez, os transectos de topo de áreas controle (MB2-T e CIP-T), em conjunto ainda com MB2-E, formam outro grupamento. Tal condição sugere alguma diferença nas composições entre áreas primitivas e áreas íntegras, condição que poderia ser atribuída a impactos do empreendimento sobre a composição da anurofauna. Entretanto, deve-se considerar que as distâncias verificadas entre os transectos em cada um dos ramos do Cluster ultrapassam aquelas existentes entre os grupos indicados, sugerindo diferenças pouco significativas entre os mesmos.

Em relação aos répteis, a análise de similaridade entre os transectos amostrais é expressa na Figura 15 e na Tabela 7.

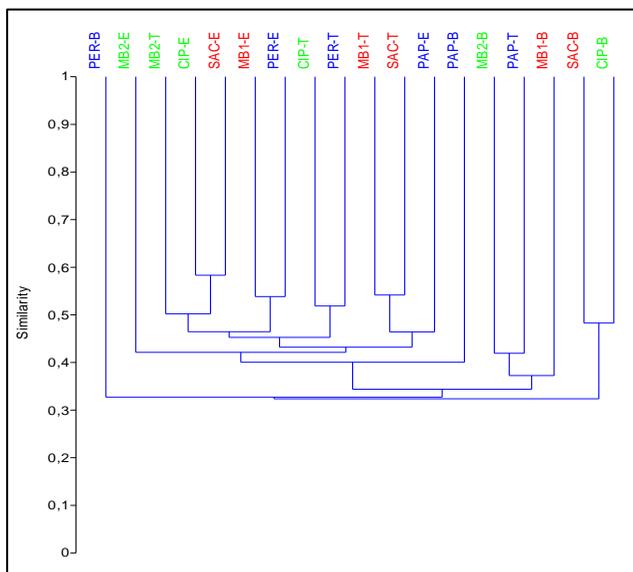
**Figura 15 – Análise de Cluster de répteis por transecto considerando a totalidade das campanhas de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em vermelho: platôs com atividades de lavra; em azul: platôs em recuperação; em verde: platôs íntegros (controle); CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo..

**Tabela 6 – Similaridades de anfíbios entre transectos considerando a totalidade das campanhas de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | CIP B | CIP E | CIP T | MB1 B | MB1 E | MB1 T | MB2 B | MB2 E | MB2 T | PAP B | PAP E | PAP T | PER B | PER E | PER T | SAC B | SAC E | SAC T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIP-B** | 1,00 | 0,70 | 0,50 | 0,62 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,59 | 0,54 | 0,63 | 0,64 | 0,62 | 0,70 | 0,52 | 0,68 | 0,76 | 0,63 | 0,70 |
| **CIP-E** | -- | 1,00 | 0,67 | 0,59 | 0,64 | 0,71 | 0,58 | 0,62 | 0,70 | 0,59 | 0,67 | 0,71 | 0,67 | 0,48 | 0,57 | 0,59 | 0,58 | 0,73 |
| **CIP-T** | -- | -- | 1,00 | 0,59 | 0,46 | 0,58 | 0,58 | 0,55 | 0,64 | 0,54 | 0,39 | 0,65 | 0,50 | 0,48 | 0,43 | 0,48 | 0,46 | 0,67 |
| **MB1-B** | -- | -- | -- | 1,00 | 0,63 | 0,69 | 0,69 | 0,45 | 0,62 | 0,59 | 0,48 | 0,63 | 0,71 | 0,55 | 0,52 | 0,65 | 0,48 | 0,53 |
| **MB1-E** | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,69 | 0,69 | 0,54 | 0,50 | 0,64 | 0,65 | 0,63 | 0,78 | 0,60 | 0,70 | 0,84 | 0,71 | 0,64 |
| **MB1-T** | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,57 | 0,61 | 0,62 | 0,70 | 0,52 | 0,69 | 0,66 | 0,54 | 0,77 | 0,64 | 0,71 | 0,78 |
| **MB2-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,54 | 0,56 | 0,64 | 0,52 | 0,63 | 0,71 | 0,48 | 0,50 | 0,77 | 0,52 | 0,52 |
| **MB2-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 0,48 | 0,54 | 0,52 | 0,43 | 0,52 | 0,50 | 0,62 | 0,70 |
| **MB2-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,47 | 0,44 | 0,62 | 0,59 | 0,41 | 0,48 | 0,47 | 0,50 | 0,70 |
| **PAP-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,54 | 0,64 | 0,72 | 0,56 | 0,64 | 0,71 | 0,65 | 0,59 |
| **PAP-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,58 | 0,62 | 0,42 | 0,50 | 0,60 | 0,52 | 0,52 |
| **PAP-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,71 | 0,43 | 0,56 | 0,64 | 0,64 | 0,78 |
| **PER-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,63 | 0,59 | 0,85 | 0,67 | 0,61 |
| **PER-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,59 | 0,62 | 0,68 | 0,48 |
| **PER-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,58 | 0,71 | 0,64 |
| **SAC-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,65 | 0,59 |
| **SAC-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,73 |
| **SAC-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

**Tabela 7 – Similaridades de répteis entre transectos considerando a totalidade das campanhas de monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | CIP B | CIP E | CIP T | MB1 B | MB1 E | MB1 T | MB2 B | MB2 E | MB2 T | PAP B | PAP E | PAP T | PER B | PER E | PER T | SAC B | SAC E | SAC T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIP-B** | 1,00 | 0,38 | 0,39 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,31 | 0,35 | 0,42 | 0,48 | 0,33 | 0,35 | 0,39 | 0,37 | 0,39 | 0,33 | 0,33 | 0,37 |
| **CIP-E** | -- | 1,00 | 0,48 | 0,28 | 0,48 | 0,52 | 0,32 | 0,44 | 0,41 | 0,32 | 0,58 | 0,45 | 0,48 | 0,48 | 0,32 | 0,27 | 0,42 | 0,48 |
| **CIP-T** | -- | -- | 1,00 | 0,31 | 0,42 | 0,45 | 0,28 | 0,48 | 0,45 | 0,27 | 0,50 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,34 | 0,26 | 0,42 | 0,52 |
| **MB1-B** | -- | -- | -- | 1,00 | 0,37 | 0,40 | 0,41 | 0,34 | 0,32 | 0,26 | 0,41 | 0,33 | 0,26 | 0,36 | 0,42 | 0,29 | 0,41 | 0,31 |
| **MB1-E** | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,39 | 0,32 | 0,38 | 0,40 | 0,28 | 0,45 | 0,38 | 0,37 | 0,46 | 0,32 | 0,35 | 0,46 | 0,40 |
| **MB1-T** | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,31 | 0,46 | 0,48 | 0,27 | 0,48 | 0,42 | 0,40 | 0,44 | 0,35 | 0,30 | 0,50 | 0,44 |
| **MB2-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,38 | 0,29 | 0,33 | 0,44 | 0,25 | 0,33 | 0,35 | 0,33 | 0,32 | 0,36 | 0,27 |
| **MB2-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,38 | 0,39 | 0,47 | 0,40 | 0,39 | 0,42 | 0,30 | 0,38 | 0,54 | 0,42 |
| **MB2-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,25 | 0,39 | 0,54 | 0,36 | 0,50 | 0,41 | 0,31 | 0,45 | 0,39 |
| **PAP-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,36 | 0,24 | 0,38 | 0,31 | 0,33 | 0,22 | 0,28 | 0,27 |
| **PAP-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,37 | 0,36 | 0,44 | 0,36 | 0,35 | 0,50 | 0,39 |
| **PAP-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,38 | 0,43 | 0,38 | 0,28 | 0,50 | 0,43 |
| **PER-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,41 | 0,33 | 0,32 | 0,37 | 0,46 |
| **PER-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,41 | 0,39 | 0,46 | 0,45 |
| **PER-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,29 | 0,41 | 0,41 |
| **SAC-B** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,45 | 0,34 |
| **SAC-E** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 0,46 |
| **SAC-T** | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco, transecto 1; MB2: Platô Monte Branco, transecto 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá; B: Transecto de Baixio; E: Transecto de Encosta; T: Transecto de Topo.

Diferentemente de anfíbios, a análise da matriz e do gráfico de Cluster para répteis não indica, no geral, a formação de grupamentos entre áreas com diferentes condições de conservação, salvo para o par de transectos localizados nas áreas de topo dos platôs sob lavra (SAC-T e MB1-T). Há, ainda, pares formados em transectos que, embora em platôs sob diferentes estágios de conservação, inserem-se em condições topográficas similares, como é o caso dos pares de transectos SAC-B/CIP-B; CIP-T/PER-T; e CIP-E/SAC-E. Ressalta-se que, em todos esses casos, um dos transectos se refere à área-controle do platô Cipó.

A análise da significância das similaridades ou dissimilaridades entre os pontos amostrados pode ser também efetuada confrontando-se os dados obtidos para cada platô em uma análise mediante Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), método que toma por base a proximidade de objetos utilizados para produzir uma representação espacial dos mesmos (seg. Härdle & Simar, 2007). Tal análise é aqui realizada em três perspectivas: uma efetuando a seleção dos dados agrupando-se os transectos relativos a cada platô avaliado, outra agrupando-se os mesmos em relação à sua posição topográfica (transectos de topo, de encostas e de baixios) e, por fim, agrupando-se os transectos em relação a áreas sob diferentes níveis de pressão, quais sejam: efeito de lavra (platôs Saracá e Monte Branco 1 em conjunto), áreas primitivas (controle – platôs Cipó e Monte Branco 2) e áreas em recuperação (platôs Papagaio e Periquito).

As possíveis similaridades na composição de espécies entre cada uma dessas composições foram estatisticamente avaliadas posteriormente mediante o teste de similaridade ANOSIM (Clarke & Warwick, 2001) que, a partir de um valor de correlação, permite observar diferenças nos ambientes em função da composição de espécies. Segundo Clarke (1993), o ANOSIM (Análise de Similaridades) é um teste não paramétrico de diferença significativa entre dois ou mais grupos com base em uma medida qualquer de distância. Os valores de R positivos (até 1) significam dissimilaridades entre os grupos, sendo que comparações significativas são aquelas em que $p<0.05$ (indicando nesses casos elevada dissimilaridade). A significância unicaudal é calculada por permutação de amostras em grupos (9.999 réplicas).

Conforme citado, a análise NMDS e o teste ANOSIM foram realizados com auxílio do software PAST® (Hammer *et al.*, 2001). Os resultados de cada uma das análises são apresentados a seguir em separado para cada um dos grupos herpetofaunísticos (anfíbios e répteis).

*Análise Segundo Diferentes Platôs*

A análise de MDS realizada segundo cada um dos platôs indica que, para anfíbios, há tendência na segregação da anurofauna dos platôs Periquito e Saracá em relação aos demais platôs, condição esta expressa pelo gráfico da Figura 16. Entretanto, a análise dos dados pelo teste de ANOSIM demonstra que esta separação não é significativa (Tabela 8), denotando similaridade entre os platôs.

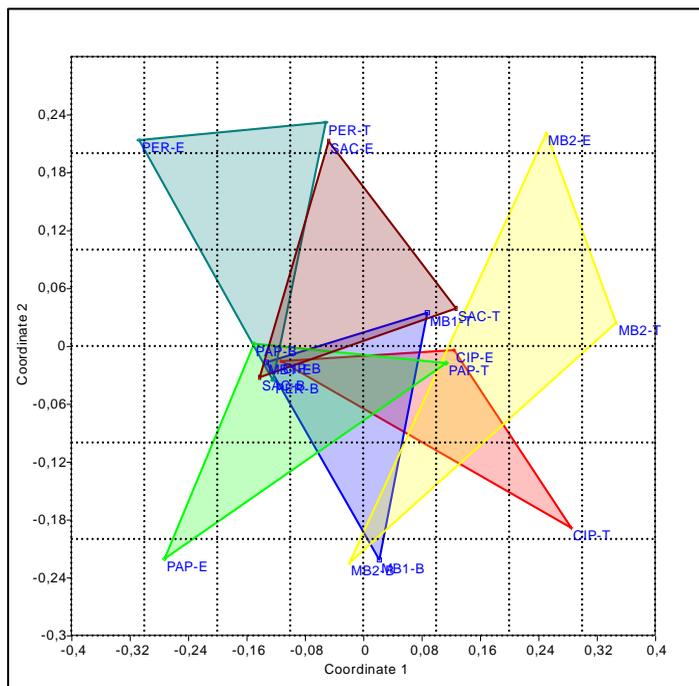
**Figura 16 – Análise MDS para anfíbios em relação a diferentes platôs no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Platô Cipó; Azul: Platô Monte Branco 1; Amarelo: Platô Monte Branco 2; Verde Claro: Platô Papagaio; Verde Escuro: Platô Periquito; Marrom: Platô Saracá.

**Tabela 8 – Valores de "p" Obtidos no Teste ANOSIM para anfíbios em relação a diferentes platôs no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | CIP | MB1 | MB2 | PAP | PER | SAC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIP** | --- | 0,4014 | 0,6012 | 0,3912 | 0,1032 | 0,3963 |
| **MB1** | --- | --- | 0,1987 | 0,5028 | 0,7039 | 0,5001 |
| **MB2** | --- | --- | --- | 0,1024 | 0,0997 | 0,1938 |
| **PAP** | --- | --- | --- | --- | 0,3967 | 0,6077 |
| **PER** | --- | --- | --- | --- | --- | 0,6914 |
| **SAC** | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

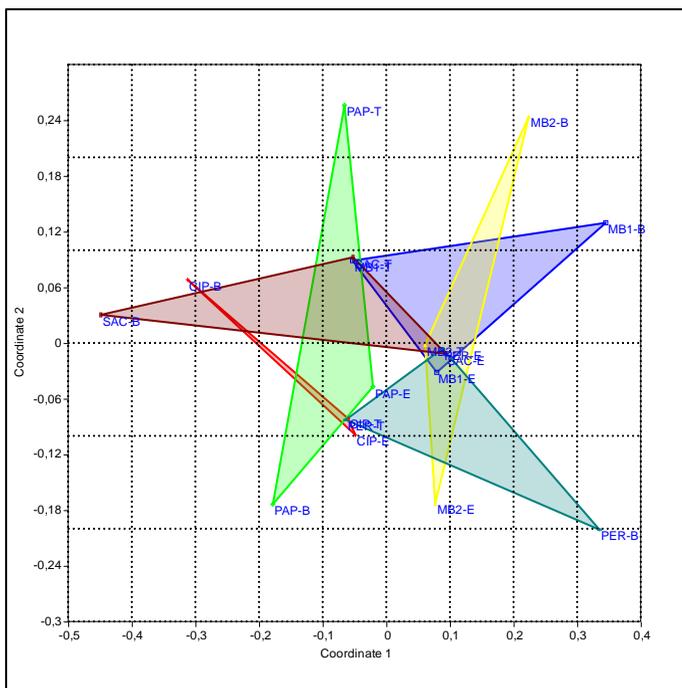
Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco 1; MB2: Platô Monte Branco 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá.

Em relação a répteis, a análise gráfica permite inferir diferenças nas composições entre os platôs Saracá, Monte Branco 1, Periquito e Cipó, com pequena sobreposição entre os mesmos (Figura 17). As possíveis dissimilaridades podem ser explicadas pelo registro de diferentes espécies de serpentes em cada platô, considerando que, para a maioria das espécies, foram amostrados poucos indivíduos até o momento. Novamente, entretanto, o teste de ANOSIM demonstra que estas diferenças não são significativas (Tabela 9).

**Tabela 9 – Valores de "p" Obtidos no Teste ANOSIM para répteis em relação a diferentes platôs no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | CIP | MB1 | MB2 | PAP | PER | SAC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIP** | --- | 0,6047 | 0,1957 | 0,6068 | 0,1996 | 0,704 |
| **MB1** | --- | --- | 0,8036 | 0,6952 | 0,2944 | 1 |
| **MB2** | --- | --- | --- | 0,5032 | 0,4003 | 0,8981 |
| **PAP** | --- | --- | --- | --- | 0,5983 | 0,7991 |
| **PER** | --- | --- | --- | --- | --- | 0,3085 |
| **SAC** | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

Legenda: CIP: Platô Cipó; MB1: Platô Monte Branco 1; MB2: Platô Monte Branco 2; PAP: Platô Papagaio; PER: Platô Periquito; SAC: Platô Saracá.

**Figura 17 – Análise MDS para répteis em relação a diferentes platôs no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Platô Cipó; Azul: Platô Monte Branco 1; Amarelo: Platô Monte Branco 2; Verde Claro: Platô Papagaio; Verde Escuro: Platô Periquito; Marrom: Platô Saracá.

*Análise Segundo Diferentes Condições Topográficas*

A análise de MDS realizada segundo cada uma das diferentes condições topográficas (baixios, encostas e topos de platôs) indica que, para anfíbios, há segregação entre as áreas de topos e baixios (Figura 18). Por sua vez, a análise dos dados pelo teste de ANOSIM sustenta a dissimilaridade entre ambas as áreas, demonstrando ainda haver dissimilaridade também entre os baixios e as encostas (Tabela 10). Entre encostas e topos de platô, a dissimilaridade não foi significativa.

**Figura 18 – Análise MDS para anfíbios em relação a diferentes condições topográficas no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Áreas de Topo dos Platôs; Azul: Encostas; Verde: Baixios.

**Tabela 10 – Valores de "p" Obtidos no Teste ANOSIM para anfíbios em relação a diferentes condições topográficas no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | Baixios | Encostas | Topos |
|---|---|---|---|
| **Baixios** | --- | 0,0046 | 0,005 |
| **Encostas** | --- | --- | 0,1974 |
| **Topos** | --- | --- | --- |

Em relação a répteis, a análise de MDS realizada indica haver pequena sobreposição entre as áreas de topos e encostas,

mas não destas com as áreas de baixios (Figura 19). Entretanto, a análise dos dados pelo teste de ANOSIM demonstra que as dissimilaridades não são significativas (Tabela 11).

**Figura 19 – Análise MDS para répteis em relação a diferentes condições topográficas no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Áreas de Topo dos Platôs; Azul: Encostas; Verde: Baixios.

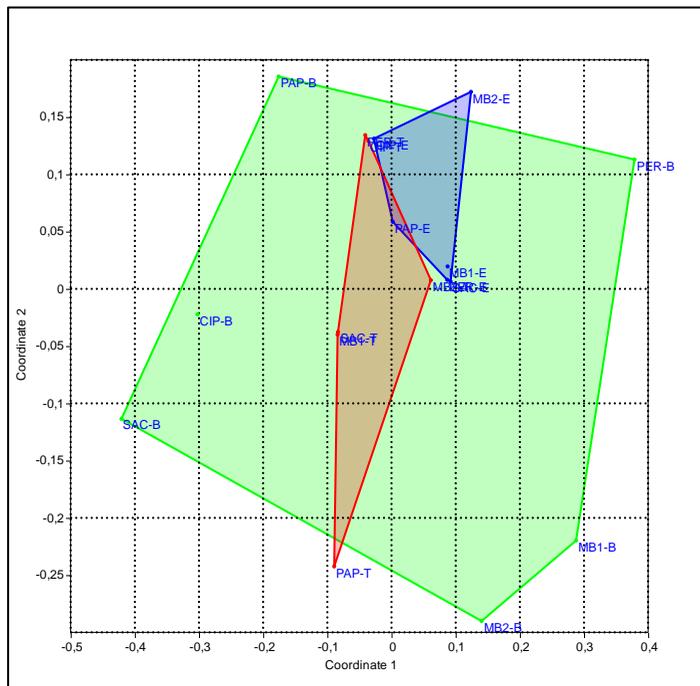
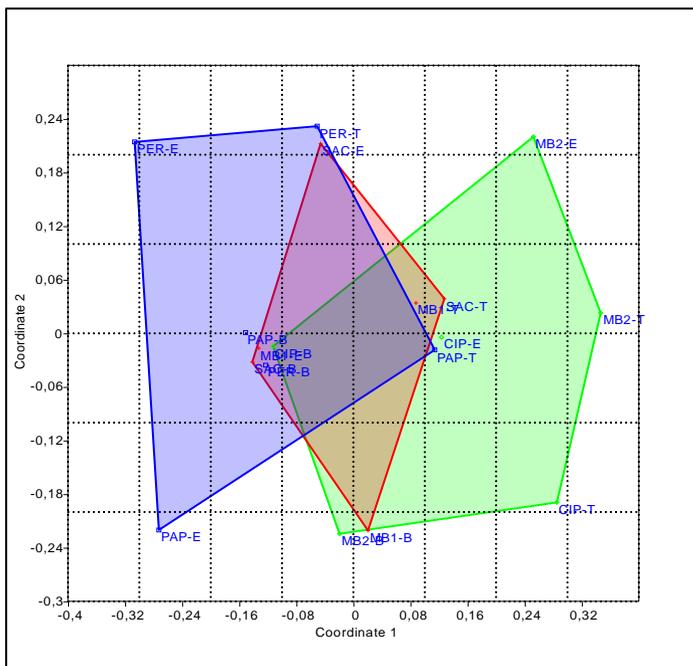



**Tabela 11 – Valores de "p" Obtidos no Teste ANOSIM para répteis em relação a diferentes condições topográficas no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | Baixios | Encostas | Topos |
|---|---|---|---|
| **Baixios** | --- | 0,4648 | 0,233 |
| **Encostas** | --- | --- | 0,4945 |
| **Topos** | --- | --- | --- |

*Análise Segundo Diferentes Níveis de Pressão*

A análise de MDS realizada para platôs com diferentes níveis de pressão indica que, para anfíbios, há sobreposição nas composições entre áreas distintas (Figura 20). Por sua vez, a análise pelo teste de ANOSIM indica que as dissimilaridades entre tais áreas não são significativas (Tabela 12).

**Figura 20 – Análise MDS para anfíbios em relação a diferentes níveis de pressão incidentes na paisagem no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Platôs sob Efeito de Lavra; Azul: Platôs em Recuperação; Verde: Platôs Primitivos (Controle).

Em relação a répteis, por fim, a análise de MDS indica haver sobreposição nas composições entre todas as áreas distintas (Figura 21). A análise dos dados pelo teste de ANOSIM (Tabela 13) indica que, também para este grupo, as dissimilaridades entre tais áreas não são significativas.

**Tabela 12 – Valores de "p" obtidos no Teste ANOSIM para anfíbios em relação a diferentes níveis de pressão incidentes na paisagem no monitoramento de impactos da mineração na FLONA DE Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | Platôs Controle | Platôs em Lavra | Platôs em Recuperação |
|---|---|---|---|
| **Platôs Controle** | --- | 0,4356 | 0,3458 |
| **Platôs em Lavra** | --- | --- | 0,5798 |
| **Platôs em Recuperação** | --- | --- | --- |

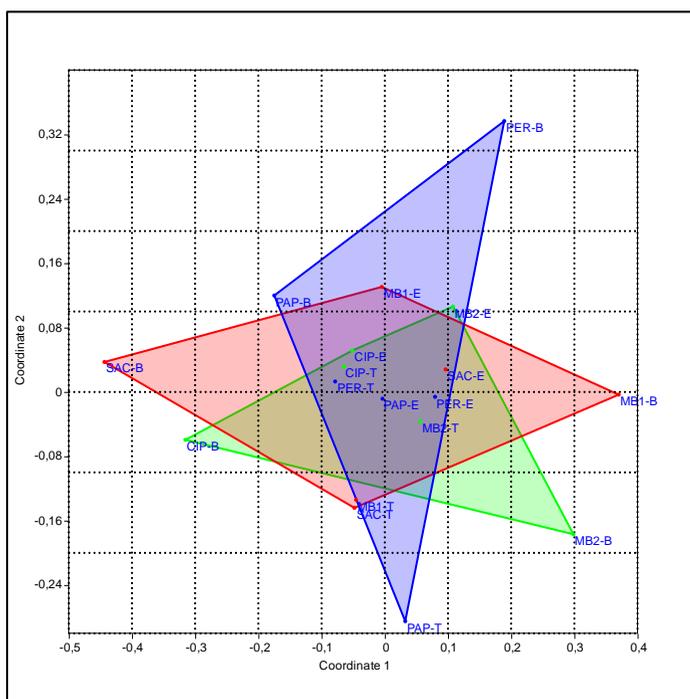
**Figura 21 – Análise MDS para Répteis em relação a diferentes níveis de pressão incidentes na paisagem no monitoramento de impactos da mineração na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: Em Vermelho: Platôs sob Efeito de Lavra; Azul: Platôs em Recuperação; Verde: Platôs Primitivos (Controle).

**Tabela 13 – Valores de "p" obtidos no Teste ANOSIM para répteis em relação a diferentes níveis de pressão incidentes na paisagem no monitoramento de impactos da mineração na FLONA deSaracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | Platôs Controle | Platôs em Lavra | Platôs em Recuperação |
|---|---|---|---|
| **Platôs Controle** | --- | 0,3893 | 0,0629 |
| **Platôs em Lavra** | --- | --- | 0,0703 |
| **Platôs em Recuperação** | --- | --- | --- |

## Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a herpetofauna ocorrente na microbacia do igarapé Saracá abrange uma parcela significativa da totalidade dos grupos de anfíbios e répteis registrados para a FLONA de Saracá-Taquera como um todo. Os dois anos de estudos foram bastante significativos para a amostragem da anurofauna (condição esta expressa pelas curvas de rarefação), mas ainda demandam a continuidade de estudos pela possibilidade de registros deste grupo e, especialmente, de répteis.

As análises realizadas permitem inferir que os impactos derivados da mineração interferem pouco na composição da herpetofauna presente nos sistemas florestais adjacentes à lavra, muito embora ainda sejam necessárias mais amostragens para cada um dos transectos. Por sua vez, as análises de similaridade obtidas demonstram que, não obstante existam diferenças nas composições da herpetofauna entre diferentes platôs, condições topográficas e/ou áreas submetidas a diferentes níveis de pressões, tais diferenças não são significativas, denotando uma fauna similar para todos os cenários estudados. A única e principal diferença observada refere-se à anurofauna das áreas de baixios, cuja composição se mostra específica em relação às demais áreas. Tal condição é explicada pela maior disponibilidade hídrica nesses locais, o que gera maiores e melhores sítios de reprodução para grande parte das espécies. De fato, algumas espécies de anfíbios são encontradas, na FLONA, exclusivamente associadas a igarapés (*e.g., Vitreorana ritae*), enquanto outras apresentam maiores concentrações em tais áreas (*e.g.*, *Anomaloglossus* cf. *baeobatrachus, Hypsiboas cinerascens*). Os registros de tais espécies possivelmente determinam o resultado obtido na presente análise.

## Referências Bibliográficas


Bernarde, P.S.; & Abe, A.S., 2006. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology 1: 102-113.

Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18: 117-143.

Clarke, K.R.; Warwick, R.M., 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. Marine Ecology Progress Series 216: 265-278.

Colli, G.R.; Péres-Jr., A.K.; Zatz, M.G., 1997. Foraging mode and reproductive seasonality in tropical lizards. Journal of Herpetology 31 (4): 490-499.

Franco, F.L.; Salomão, M.G., 2002. Répteis. *In*: P. Auricchio & M.G. Salomão (Eds.). Técnicas de Coleta e Preparação de Vertebrados para Fins Científicos e Didáticos. São Paulo: Instituto Pau Brasil de História Natural, p. 77-115.

Hammer, O.; Harper, D.A.T.; Paul, D.R., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 9 p.

Härdle, W.; Simar, L., 2007. Applied multivariate statistical analysis. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.

Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.C.; Foster, M.S., 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press, 364 pp.

Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton: Princeton University Press, 179 pp.

Marini, M.A.; Marinho-Filho, J.S., 2006. Translocação de aves e mamíferos: teoria e prática no Brasil. *In*: Rocha, C.F.D; Bergallo, H.G.; Van Sluys, M.; Alves, M.A. (orgs.). Biologia da Conservação: essências. Rima Editora, São Carlos, p. 505-536.

Martins, M.; Oliveira, M.E., 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herpetological Natural History 6:78-150.

Melo, A.S., 2008. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotropica 8 (3): 22-27.

Morato, S.A.A.; Batista, V.B.G.V.; Paz, A., 2011. *Paleosuchus trigonatus* (smooth-fronted Caiman): diet and movement. Herpetological Bulletin 115: 34-35.

Morato, S.A.A.; Calixto, P.O.; Mendes, L.R.L.P.; Gomes, R.; Galatti, U.; Trein, F.L.; Oliveira, F.S.; Ferreira, G.N., 2014. Guia fotográfico de identificação da herpetofauna da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda., 213 pp.

Sanchez, L.H., 2013. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos Editora, 584p.

Vitt, L.J.; Colli, G.R., 1994. Geographical ecology of a Neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. Canadian Journal of Zoology 72: 1986-2008.

Watling, J.I.; Donnelly, M.A., 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. Journal of Zoology 258 (2): 269-276.

*Pseudoboa neuwiedi* (Foto: SAA Morato)

*Rhinella marina*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 4*

# Monitoramento da Herpetofauna de Áreas Mineradas em Processo de Recuperação Ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Amazônia Central, Estado do Pará, Brasil

Guilherme Nunes Ferreira
Sérgio Augusto Abrahão Morato
Michela Rossane Cavilha Scupino
Lucas Reinert Laufer Pereira Mendes
Pedro de Oliveira Calixto
Phablo Ney Souza da Silva
Maria Lindalva Soares da Silva
Greciele Aparecida Nogueira
Urubatan Moura Skerrat Suckow
Vilmar Fernando Bueno Júnior
Luciano Moreira Ceolin
Ramon Gomes

---

**Resumo**

Para extrair a bauxita na FLONA de Saracá-Taquera, é necessária a completa remoção da floresta ombrófila densa primária existente nos platôs que ocorrem na região. Nesse processo, formam-se extensas clareiras abertas em uma matriz contínua de floresta nativa. Após o término da lavra, são realizados plantios de espécies nativas da flora amazônica com vistas à recuperação da paisagem e das funções ecológicas locais. Os procedimentos adotados na recuperação passaram por diversas mudanças conceituais e metodológicas ao longo dos anos. A avaliação da riqueza de espécies da fauna e flora é, nesse caso, uma maneira de controlar o processo de sucessão ecológica e observar o comportamento da fauna local frente ao ambiente em regeneração. Entre 2015 e 2016 foram realizadas buscas ativas por anfíbios e répteis em transectos retilíneos paralelamente instalados nas áreas em processo de recuperação em cinco diferentes platôs. Os dados foram analisados tendo por base a riqueza e abundância de espécies considerando as diferenças

entre os platôs. No final, foram registrados 2.296 indivíduos de 62 espécies anfíbios e répteis. Os dados sugerem haver tendência de aumento da riqueza de espécies conforme o estabelecimento de estágios de sucessão avançados, condições essas que foram mais evidentes nos platôs Papagaio e Periquito. Embora tenha uma cobertura da vegetação pouco similar às florestas primitivas, os resultados indicam que as áreas em recuperação cumprem um importante papel na estrutura da comunidade de anfíbios e répteis regionais. Entretanto, deve-se considerar que o novo ecossistema que será formado representará algo distinto das condições originais, com comunidades bióticas que, embora possam contemplar riquezas similares, terão comunidades estruturadas de maneira também distinta.

**Abstract**

In order to extract the bauxite in the Saracá-Taquera National Forest, it is necessary the complete removal of the primary dense ombrophilous forest existing in the tops of the local plateaus. In this process, extensive clearings are formed in a continuous matrix of native forest. After the harvest, plantations of native species of the Amazonian flora are made aiming the recovery of the landscape and the local ecological functions. The procedures adopted in the recovery have undergone several conceptual and methodological changes over the years. The evaluation of the species richness of the fauna and flora is, in this case, a way to control the process of ecological succession and observe the behavior of the local fauna regarding the regenerating environment. Between 2015 and 2016, amphibians and reptiles were actively searched on straight-line transects in the recovery areas of five different plateaus. The data were analyzed based on the richness and abundance of species considering the differences of the recovery procedures between the plateaus. At the end, 2,296 individuals from 62 amphibian and reptile species were registered. The data suggest a tendency to increase the species richness according to the establishment of advanced stages of succession. Although recovered areas have vegetation coverage that isn't very similar to primitive forests, the results indicate that recovered areas play an important role in the structure of the regional amphibian and reptile community. However, it must be considered that the new ecosystem that will be formed will represent something different from the original conditions. Although it can contemplate similar richness, the biotic communities will have communities structured in a different way.

## Introdução

Programas de monitoramento ambiental destinam-se a avaliar os efeitos de determinado empreendimento, atividade ou procedimento de manejo atuante sobre os ecossistemas e/ou sobre as espécies. Tratam-se de atividades de pesquisa aplicada cujos resultados devem servir à aplicação de atividades corretivas e/ou compensatórias dos fenômenos adversos a incidirem sobre os elementos naturais (Goldsmith, 1991).

A FLONA de Saracá-Taquera é uma unidade de uso sustentável que prevê o desenvolvimento de projetos de exploração dos recursos florestais e do minério de bauxita. A biomassa da floresta tropical local é das mais altas já encontradas, além de possuir altos índices de diversidade de fauna e flora (STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004).

A produção de bauxita da FLONA é desenvolvida pela MRN, que explora o minério presente nos platôs da FLONA desde 1979. De forma a minimizar os impactos ambientais derivados do empreendimento minerário, desde o início de suas atividades até o presente a empresa desenvolve procedimentos de recuperação ambiental dos platôs minerados. Tais procedimentos passaram por mudanças conceituais e metodológicas ao longo do tempo com vistas à sua melhoria, observada a própria evolução do conhecimento na temática da recuperação ambiental. Também foram desenvolvidos, desde meados da década de 1980, diversos projetos de avaliação do sucesso da recuperação, tendo por base elementos da biodiversidade como a vegetação e alguns grupos faunísticos selecionados (*e.g.*, aves e anfíbios).

A mineração de bauxita da FLONA de Saracá-Taquera é desenvolvida a céu aberto, sendo que as áreas mineradas podem ser recuperadas assim que a lavra é concluída. Nessa condição, as áreas mineradas podem ser entendidas como grandes clareiras dentro de uma densa matriz florestal. Entretanto, uma vez que a lavra (e consequentemente a recuperação ambiental das áreas mineradas) ocorre em diferentes momentos dentro de cada platô, estabelece-se uma heterogeneidade de paisagens nestes, imposta pela existência de áreas em diferentes estágios de desenvolvimento vegetal.

Este estudo apresenta os resultados de dois anos de monitoramento da herpetofauna em áreas em recuperação ambiental presentes em cinco platôs da FLONA de Saracá-Taquera com diferentes idades e estágios de desenvolvimento da

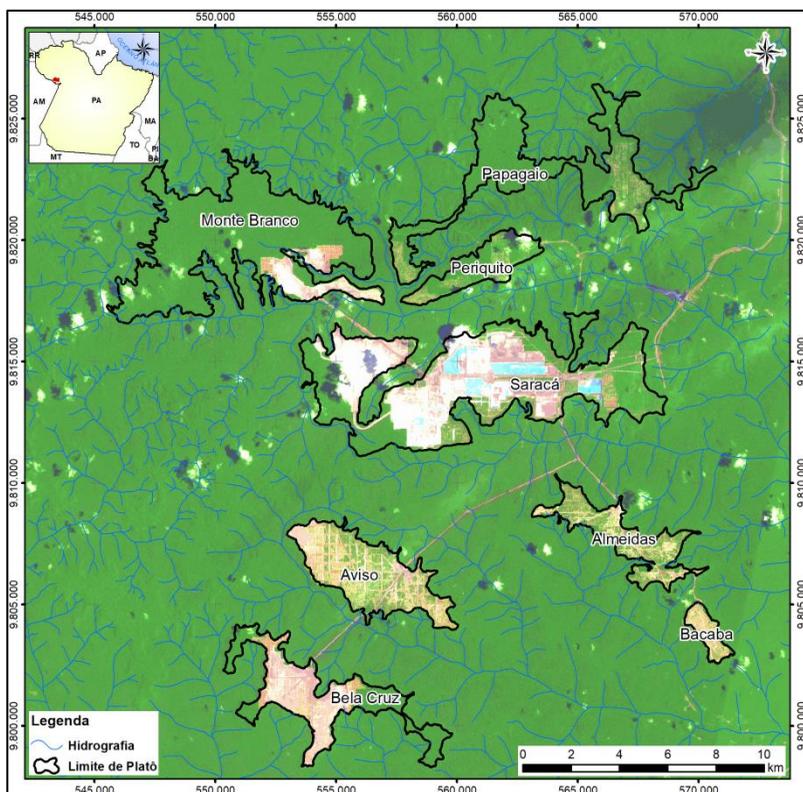
vegetação, a saber, platôs Saracá, Papagaio, Periquito, Almeidas e Aviso. O Saracá contempla desde as áreas de recuperação mais antigas (datadas da década de 1980) até algumas das mais recentes, mas sendo o único platô aonde a fisionomia florestal já se mostra desenvolvida. Os platôs Papagaio e Periquito contemplam áreas com recuperação iniciadas principalmente entre os anos de 1999 e 2004 (embora algumas áreas tenham sido recuperadas posteriormente a esses períodos). Por fim, os demais platôs contemplam projetos datados principalmente a partir do ano de 2004, mas com a maioria das áreas recuperadas a partir de 2008.

Uma vez que a heterogeneidade de paisagens pode ser considerada como um fator chave da recolonização das áreas pelas espécies, uma análise da eficiência da recuperação ambiental deve ser efetuada avaliando-se a totalidade das áreas em recuperação presentes em cada platô, e não apenas pontos amostrais selecionados nestes (*e.g.*, Cullen-Jr. & Rudran, 2004). Esta é a condição avaliada neste estudo.

## Material e Métodos

O monitoramento da herpetofauna das áreas em recuperação ambiental da MRN foram desenvolvidos nos cinco platôs acima citados, a saber: Saracá (SAC), Papagaio (PAP), Periquito (PER), Almeidas (ALM) e Aviso (AVS) (Figura 1). O monitoramento foi desenvolvido somente após cessada a atividade minerária e estabelecida a recuperação ambiental.

O estudo foi desenvolvido mediante o estabelecimento de linhas de amostragem que transpõem a totalidade da área dos platôs, de forma a acessar a heterogeneidade ambiental presente (Cullen-Jr. & Rudran, 2004) e, também, contribuições da matriz florestal adjacente no processo de recuperação. Para tanto, transectos foram dispostos em linhas paralelas com sentido Norte-Sul, distantes 1 km um do outro, de forma a abrangerem áreas em recuperação em diferentes condições e locais (Figuras 2 a 6). A premissa do estabelecimento desse desenho amostral foi o da sistematização da informação, a partir do qual um primeiro transecto é estabelecido e os demais dispostos mediante uma disposição fixa (seg. Heyer *et al*., 1994; Cullen-Jr. & Rudran, 2004; Sutherland, 2006).

**Figura 1 – Localização dos platôs Papagaio, Periquito, Saracá, Aviso e Almeidas, definidos para o monitoramento da herpetofauna nas áreas em recuperação ambiental da FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Assim como no estudo de monitoramento da herpetofauna das áreas florestais adjacentes à mineração de bauxita (ver Capítulo 3 deste livro), a coleta e observação de anfíbios e répteis ocorreu ao longo dos transectos de amostragem mediante o procedimento de busca ativa limitada por tempo. No total, quatro campanhas foram desenvolvidas ao longo de dois anos de estudo, sendo duas durante os períodos

chuvosos e duas durante a estiagem. Em cada campanha percorreu-se a totalidade dos transectos em dois dias e duas noites, efetuando-se a busca por espécimes em todos os ambientes visivelmente acessíveis. A cada 500 metros, a busca foi intensificada durante 10 minutos, nos quais efetuou-se a busca sob troncos e pedras, sob a serapilheira e sobre a vegetação (Heyer *et al*., 1994; Franco & Salomão, 2002). Os horários de coleta ocorreram entre as 8:00h e 14:00h e entre as 16:00h e 22:00h. Todos os registros de espécies foram anotados em conjunto com dados referentes à hora, condições da recuperação ambiental local, substrato e coordenadas (tomadas com auxílio de aparelho GPS).

Também de maneira similar ao estudo anterior (Capítulo 3), os dados obtidos foram avaliados quanto à riqueza e à diversidade presentes em cada platô, além da similaridade entre os mesmos. Nos casos de riqueza e diversidade, as análises foram realizadas mediante o emprego de curvas de acumulação de espécies (curvas de rarefação), de estimadores de riqueza não métricos como o Chao 2, Jackknife 2 e Bootstrap e utilização do índice de Shannon. Já para a similaridade, foram utilizadas análises de Cluster e de "Nonmetric Multidimensional Scaling" (NMDS) para revelar a ordenação das parcelas diante da composição de espécies. A ordenação foi feita utilizando-se uma matriz de dados de presença e ausência, resultado do cálculo do Índice de Similaridade de Jaccard.

As possíveis similaridades na composição de espécies entre os ambientes foram estatisticamente avaliadas mediante o teste de similaridade ANOSIM (Clarke & Warwick, 2001) que, a partir de um valor de correlação, permite observar diferenças nos ambientes em função da composição de espécies. A análise NMDS e o teste ANOSIM foram realizados com auxílio do software PAST® (Hammer *et al*., 2001).

**Figura 2 – Sistema amostral em transectos nas áreas do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Platô Saracá e respectivos anos de início da recuperação.**

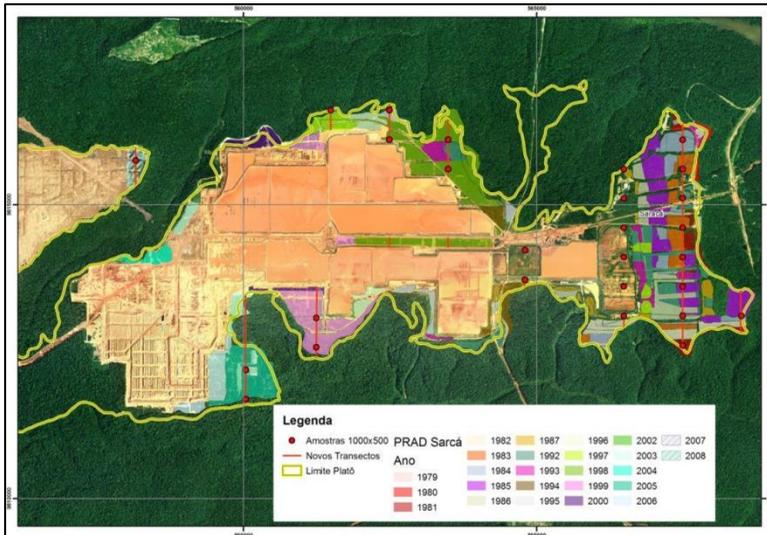



**Figura 3 – Sistema amostral em transectos nas áreas do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Platô Almeidas e respectivos anos de início da recuperação.**

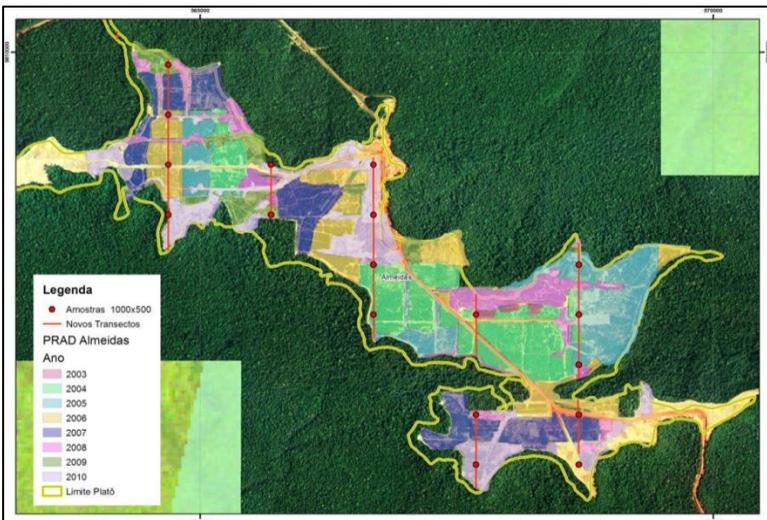



**Figura 4 – Sistema amostral em transectos nas áreas do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Platô Aviso e respectivos anos de início da recuperação.**

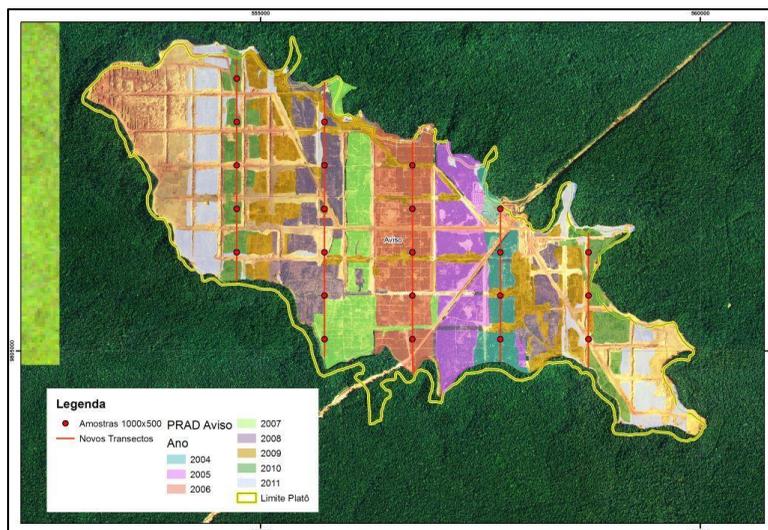



**Figura 5 – Sistema amostral em transectos nas áreas do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Platô Papagaio e respectivos anos de início da recuperação.**

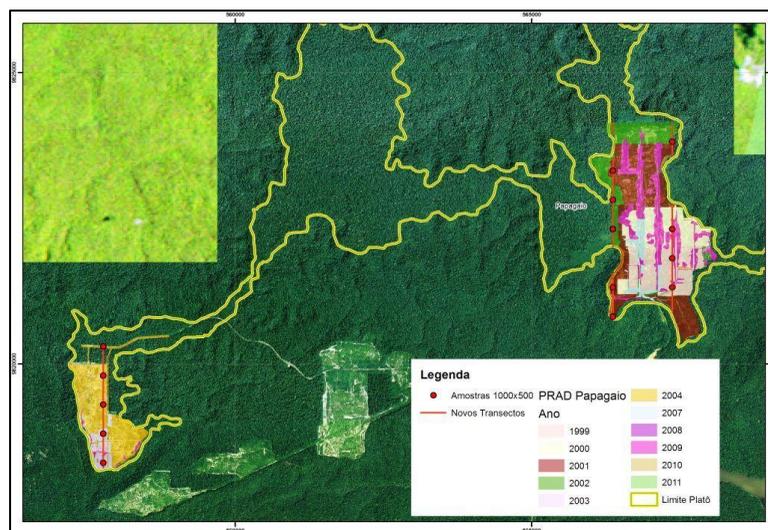
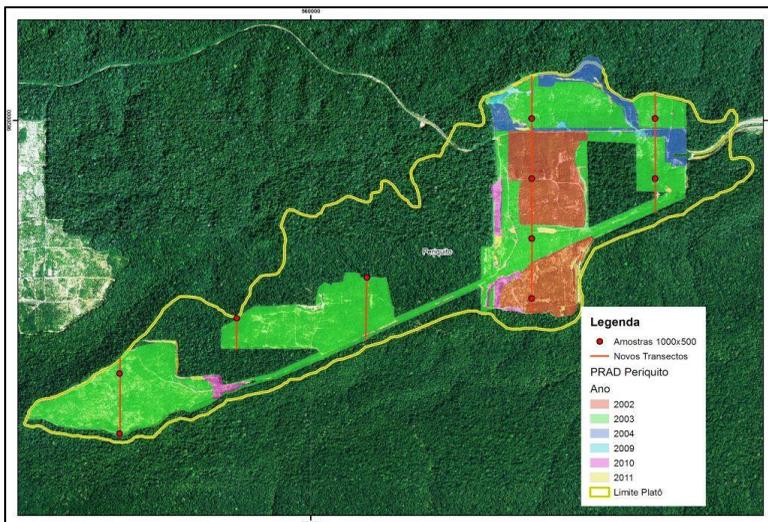



**Figura 6 – Sistema amostral em transectos nas áreas do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) do Platô Periquito e respectivos anos de início da recuperação.**

## Resultados e Discussão

Os estudos com a herpetofauna nas áreas em recuperação ambiental contabilizaram, para o conjunto de quatro campanhas, um total de 2296 indivíduos de 62 espécies herpetofaunísticas, sendo 806 indivíduos de 22 espécies de anfíbios e 1490 indivíduos de 40 espécies de répteis. Em relação à riqueza, os valores obtidos representam 40,7% e 31,7% do número total de espécies de anfíbios e répteis conhecidas para a FLONA (54 e 126 espécies, respectivamente – ver capítulos 1 e 2 deste livro).

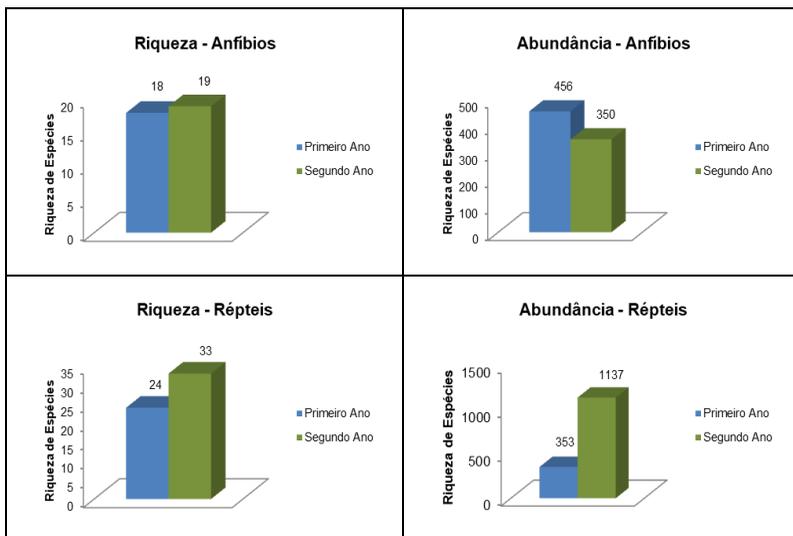
A Tabela 1 apresenta uma síntese dos valores de riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade obtidos para anfíbios e répteis em cada uma das campanhas, para os dois anos individualmente e agrupados para todo o período amostral. Segundo a referida tabela, 456 indivíduos de 18 espécies de anfíbios (56,6% da abundância e 81,8% da riqueza totais) e 353 indivíduos de 24 répteis (23,7% da abundância e 60% da riqueza) foram obtidos durante o primeiro ano de estudos, enquanto 350 indivíduos de 19 anfíbios (43,4% da abundância e 86,4% da riqueza) e 1137 indivíduos de 33 répteis (76,3% da

abundância e 82,5% da riqueza) foram registrados no segundo ano (Figura 7). Tais diferenças podem ser devidas a microvariações climáticas observadas ao longo dos dois anos, uma vez que maiores concentrações de anfíbios, por exemplo, podem ser decorrentes de pequenos períodos chuvosos (os quais parecem tender a gerar estímulos reprodutivos rápidos), ao passo em que períodos mais secos podem permitir um maior encontro de espécies heliófilas de lagartos, especialmente em áreas com vegetação mais aberta, como é o caso dos platôs em recuperação.

As variações anteriormente descritas são mais evidentes em relação à abundância. Já quanto à riqueza, verifica-se pequena alteração entre os dois anos para anfíbios. Para répteis, entretanto, as variações são mais incidentes, sendo devidas à maior taxa de encontro de serpentes no segundo ano (25 espécies) em relação ao primeiro (11). Ressalta-se, nesse sentido, que períodos chuvosos foram mais propensos ao registro de espécies desse grupo em comparação a períodos de estiagem, uma vez que muitas espécies de serpentes se valem dos primeiros períodos para a busca de suas presas (especialmente nos casos de espécies anurófagas ou malacófagas; ver Martins & Oliveira, 1998).

**Tabela 1 – Riqueza, abundância, diversidade (H) e equitabilidade (J) de anfíbios e répteis segundo diferentes períodos do monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Grupo/Período | Riqueza | Abundância | Diversidade(H) | Equitabilidade(J) |
|---|---|---|---|---|
| **Anfíbios** | | | | |
| **Dados Totais** | 22 | 806 | 2,331 | 0,7542 |
| **Primeiro Ano** | 18 | 456 | 2,223 | 0,7692 |
| **Segundo Ano** | 19 | 350 | 2,263 | 0,7685 |
| **Campanha 1** | 15 | 402 | 2,080 | 0,7680 |
| **Campanha 2** | 8 | 54 | 1,954 | 0,9396 |
| **Campanha 3** | 17 | 246 | 2,271 | 0,8016 |
| **Campanha 4** | 10 | 104 | 1,668 | 0,7245 |
| **Répteis** | | | | |
| **Dados Totais** | 40 | 1490 | 1,533 | 0,4156 |
| **Primeiro Ano** | 24 | 353 | 1,262 | 0,3972 |
| **Segundo Ano** | 33 | 1137 | 1,462 | 0,4183 |
| **Campanha 1** | 15 | 163 | 1,267 | 0,468 |
| **Campanha 2** | 14 | 190 | 1,109 | 0,4203 |
| **Campanha 3** | 28 | 537 | 1,697 | 0,5093 |
| **Campanha 4** | 17 | 600 | 1,157 | 0,4085 |

**Figura 7 – Riqueza e abundância de anfíbios e répteis nos dois anos de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Quanto aos Índices de Diversidade de Shannon (H) para todo o período amostral, os mesmos foram 2,331 para anfíbios e 1,533 para répteis. Quanto à Equitabilidade (J), para anfíbios o valor obtido foi 0,7542 (indicando certa homogeneidade dos dados referentes às diferentes espécies), enquanto para répteis o valor foi 0,4156 (denotando alta heterogeneidade, derivada especialmente do alto valor para poucas espécies de répteis em contraposição a uma elevada riqueza de espécies raras) (Melo, 2008). Tais valores indicam comunidades ainda com riqueza mediana, condição esta distinta da região florestada da Amazônia setentrional porém esperada para áreas alteradas.

Para cada um dos anos de estudo, os índices de diversidade de Shannon apresentam valores inferiores ao total acumulado, condição esta que indica que cada ano apresentou características peculiares em relação à riqueza e à abundância.

Em relação às quatro campanhas de monitoramento (Figura 8), as condições observadas foram as seguintes.

Para anfíbios, a primeira campanha foi responsável pelo maior número de registros (402, equivalentes a 49,9% da

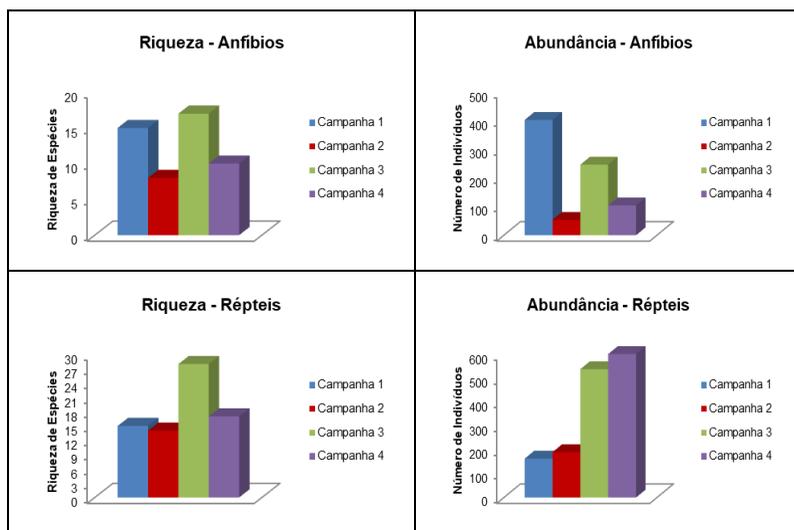
abundância total), sendo seguida pela terceira campanha (246 indivíduos; 30,5%), pela quarta (104 indivíduos; 12,9%) e finalmente pela segunda (54 indivíduos; 6,7%). Tais valores sugerem influência da sazonalidade sobre a anurofauna das áreas em recuperação, sendo que os maiores valores referem-se a períodos chuvosos. Já em relação à riqueza, a terceira e a primeira campanhas apresentaram também os maiores valores (17 e 15 espécies, valores equivalentes a 77,3% e 68,2% da riqueza total, respectivamente), sendo seguidas pela quarta campanha (10 espécies; 45,5% da riqueza) e finalmente pela segunda (8 espécies; 36,4%%). Desta forma, também em relação à riqueza observa-se correspondência entre maiores valores de registro de anfíbios com períodos chuvosos.

Para répteis, as campanhas apresentaram condições distintas das verificadas para anfíbios. Em cada ano individualmente, as campanhas com maiores abundâncias foram as dos períodos de estiagem. Entretanto, considerando as quatro campanhas, a do período de estiagem do primeiro ano foi quase três vezes inferior à do período chuvoso do ano seguinte. Os motivos para tal variação não podem ser ainda entendidos, porém podem deter relação com condições climáticas regionais (uma vez que o esforço amostral foi similar).

Em ordem, as campanhas para répteis com maiores abundâncias foram as seguintes: quarta campanha (com 600 indivíduos; 40,3% do total), terceira (537 indivíduos; 36%), segunda (190, 12,8%) e finalmente a primeira (163 indivíduos; 10,9% do total). Já em relação à riqueza, a terceira campanha foi a mais rica, com 28 espécies (70% do total de espécies registradas para todo o período de estudo). As demais campanhas apresentaram valores bastante próximos entre si, sendo em ordem decrescente as seguintes: quarta campanha (17 espécies; 42,5%), primeira campanha (15 espécies; 37,5%) e segunda campanha (14 espécies; 35%).

Observa-se uma condição inversa entre a abundância dos répteis e anfíbios na primeira e na quarta campanhas (o que concorda com os aspectos sazonais regionais), ao passo em que, da segunda para a terceira, ambos os grupos apresentaram incrementos nos números de registros. Em parte, as variações entre estas duas últimas campanhas devem-se a um incremento no número de serpentes na amostragem (4 na segunda campanha e 18 na terceira). Entretanto, tais valores são baixos em relação ao total de répteis amostrados em cada período, não

devendo este ser considerado um valor explicativo das variações registradas na abundância (embora o sejam para a riqueza). Os motivos para as variações na abundância podem ser, portanto, relacionados a microcondições climáticas dos dias de amostragem, as quais permitem o registro de maiores concentrações de anfíbios (que se agregam em atividade reprodutiva junto a lagoas temporárias em dias chuvosos) ou lagartos heliófilos (encontrados em maior atividade em dias secos), conforme cada condição. Deve-se destacar, nesse sentido, que as áreas em recuperação dos platôs agregam diversas espécies que apresentam tais características e que predominam em cada taxocenose, a exemplo dos anuros *Rhinella marina*, *Leptodactylus fuscus* e *Scinax ruber* e dos lagartos *Cnemidophorus* spp. e *Ameiva ameiva*.

**Figura 8 – Riqueza e abundância de anfíbios e répteis nas quatro campanhas de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

*Estimativas de Riqueza*

Dispondo-se os dados obtidos para avaliação mediante curvas de rarefação, verifica-se que, tanto para anfíbios quanto para répteis, as curvas mantêm-se em elevação, não obstante haja uma maior tendência à estabilização para o primeiro grupo (Figuras 9 e 10). Já em relação aos estimadores de riqueza, para

anfíbios os mesmos indicam que as amostragens atingiram o total de espécies presentes nas áreas como um todo (salvo no caso dos estimadores Jackknife 1 e Bootstrap com base em dados primários, que indicam a possibilidade de ocorrência de uma a cinco outras espécies). Em relação aos répteis, por sua vez, todos os estimadores com base em dados primários indicam a ocorrência de outras espécies na área, em valores que variam entre duas a 16 (considerando o limite máximo dos desvios-padrão). Já com base em dados médios (aleatorizados), os estimadores indicam que a riqueza observada corresponde àquela já registrada nas áreas.

A possibilidade de ocorrência de outros répteis em valor que pode chegar a 40% acima do total ora observado deve-se à alta incidência de espécies mais raras na amostragem (*singletons* ou *doubletons*), condição que tende a elevar os valores dos estimadores, especialmente Jackknife 1 (Magurran, 1988; Santos, 2004).

Em relação aos dois anos de monitoramento, as Figuras 11 e 12 apresentam as estimativas de riqueza de anfíbios e répteis mediante curvas de rarefação e avaliação de estimadores, respectivamente.

**Figura 9 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática total (dois anos em conjunto) para anfíbios no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Período | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Total** | 22 | 22,8 DP=0,33 | 25,2 DP=2,33 | 23,72 --- | 21,75 DP=3,08 | 22,71 DP=2,97 | 21,51 DP=2,26 |

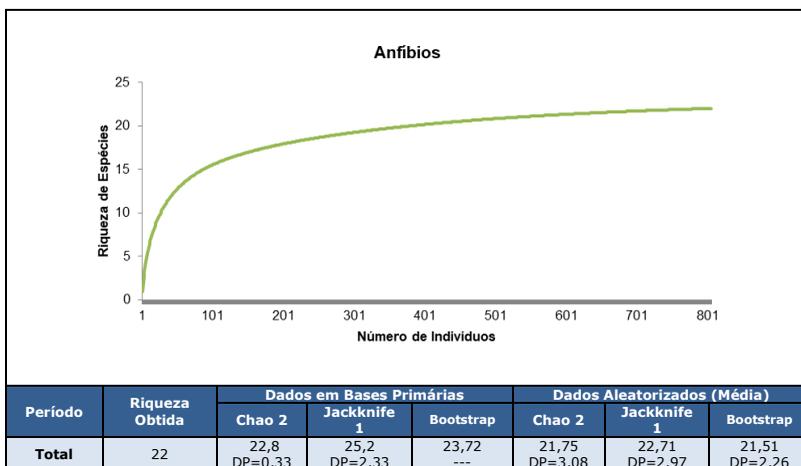



**Figura 10 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática total (dois anos em conjunto) para répteis no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Período | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Total** | 40 | 46,4<br>DP=4,46 | 52,8<br>DP=4,27 | 46,36<br>--- | 42,88<br>DP=13,5 | 42,32<br>DP=7,66 | 38,05<br>DP=5,73 |

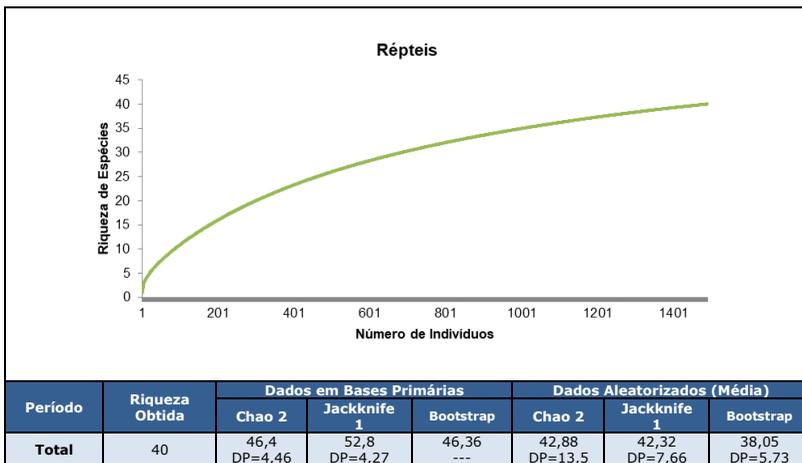



**Figura 11 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por ano para anfíbios no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Ano | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Primeiro** | 18 | 19,6<br>DP=2,38 | 21,2<br>DP=2,33 | 19,52<br>-- | 17,94<br>DP=3,06 | 18,53<br>DP=2,80 | 17,57<br>DP=2,03 |
| **Segundo** | 19 | 24,6<br>DP=5,80 | 24,6<br>DP=2,99 | 21,48<br>-- | 18,96<br>DP=4,06 | 19,40<br>DP=3,76 | 17,94<br>DP=2,86 |

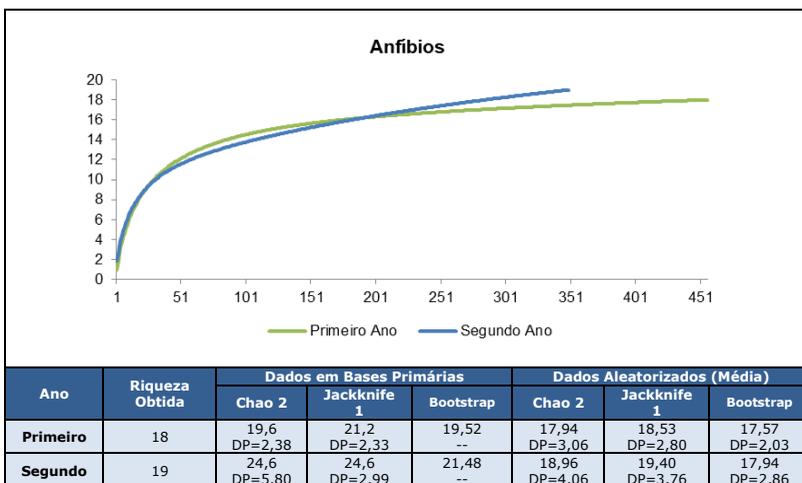
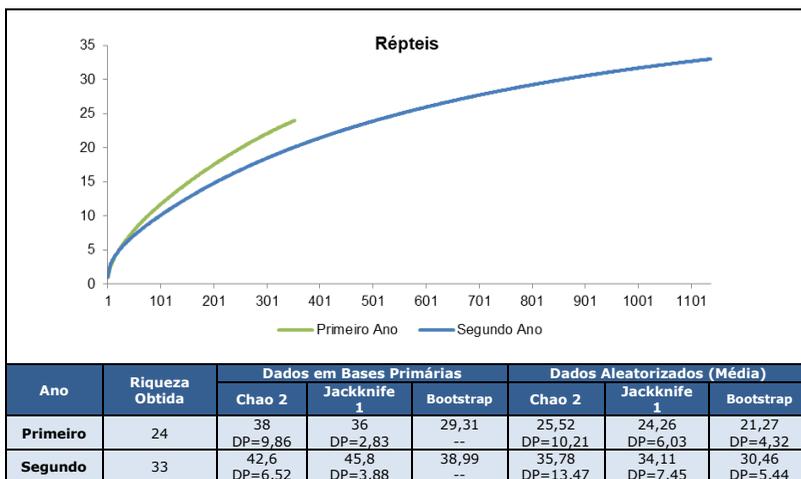



**Figura 12 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por ano para répteis no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

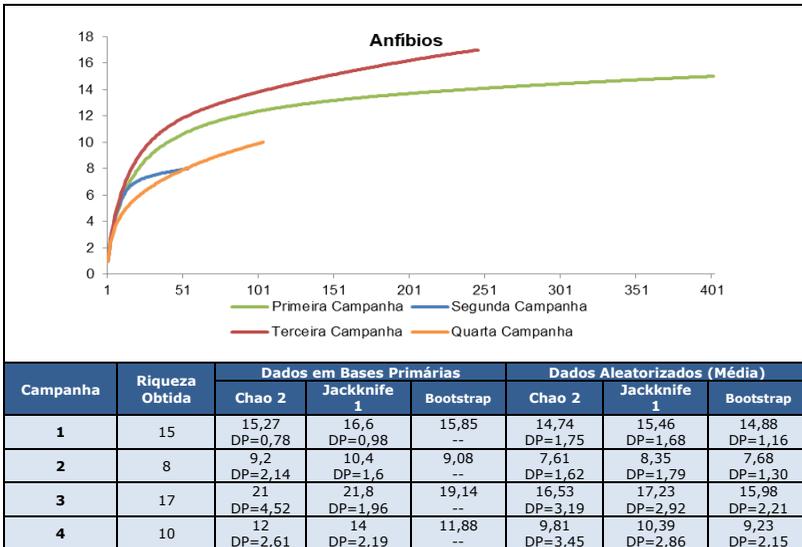
| Ano | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Primeiro** | 24 | 38<br>DP=9,86 | 36<br>DP=2,83 | 29,31<br>-- | 25,52<br>DP=10,21 | 24,26<br>DP=6,03 | 21,27<br>DP=4,32 |
| **Segundo** | 33 | 42,6<br>DP=6,52 | 45,8<br>DP=3,88 | 38,99<br>-- | 35,78<br>DP=13,47 | 34,11<br>DP=7,45 | 30,46<br>DP=5,44 |

Para anfíbios, verifica-se que a curva de rarefação do segundo ano apresenta tendência a uma maior riqueza, não obstante a menor abundância obtida. Por sua vez, a curva referente ao primeiro ano apresenta maior tendência à estabilização. Estas condições são evidentes também nos estimadores avaliados, que indicam que as amostragens do primeiro ano apresentam maior correspondência entre a riqueza observada e a estimada. Para o segundo ano, os estimadores Jackknife 1 e Bootstrap em bases primárias indicam a possibilidade de ocorrência local de outras duas a oito espécies.

Em relação aos répteis, as curvas referentes aos dois anos de monitoramento indicam a possibilidade de ocorrência de outras espécies, uma vez que ambas apresentam-se em elevação. Não obstante a menor abundância verificada no primeiro ano, a curva obtida sugere uma riqueza maior em relação ao segundo. Entretanto, tal condição não é corroborada pelos estimadores avaliados, os quais indicam uma maior riqueza no segundo ano amostral. Em relação aos estimadores, ainda, em bases primárias todos demonstram que outras espécies seriam passíveis de registro na região, condição esta evidenciada tanto pelos valores mais altos estimados quanto pelos desvios-

padrão elevados. Em relação aos dados médios, os valores estimados se aproximam dos observados, porém também apresentando desvios-padrão elevados.

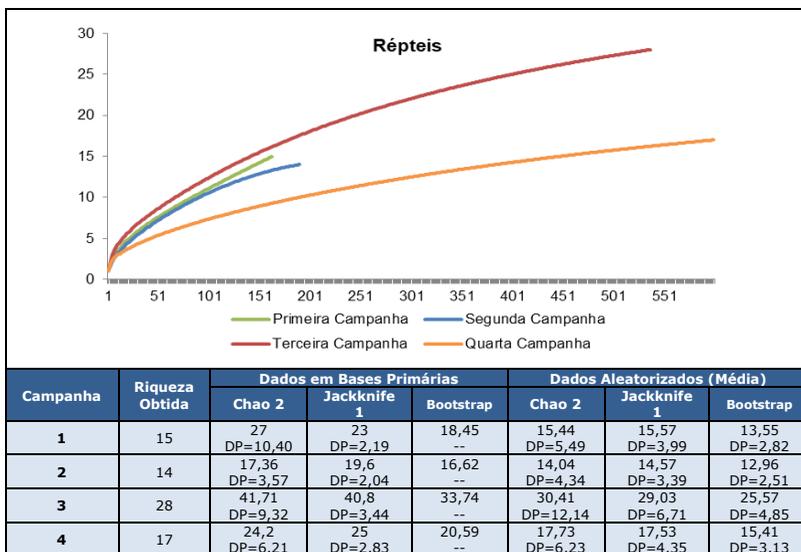
Em relação às quatro campanhas realizadas, as curvas de rarefação obtidas e as estimativas de riqueza são apresentadas nas Figura 13 e 14. Para répteis, as curvas não apresentam nenhuma tendência à estabilizam, indicando que em todas as campanhas o número de espécies locais poderia apresentar acréscimos. Ainda assim, no geral verifica-se que as campanhas referentes às estações secas (segunda e quarta) tenderam a riquezas menores, embora a quarta campanha apresente uma abundância superior às demais. Esta é uma condição esperada, haja vista a maior facilidade de encontro de serpentes (grupo mais rico dentre os répteis regionais) durante as estações chuvosas, conforme já anteriormente discutido.

**Figura 13 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por campanha para anfíbios no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Campanha | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **1** | 15 | 15,27 DP=0,78 | 16,6 DP=0,98 | 15,85 -- | 14,74 DP=1,75 | 15,46 DP=1,68 | 14,88 DP=1,16 |
| **2** | 8 | 9,2 DP=2,14 | 10,4 DP=1,6 | 9,08 -- | 7,61 DP=1,62 | 8,35 DP=1,79 | 7,68 DP=1,30 |
| **3** | 17 | 21 DP=4,52 | 21,8 DP=1,96 | 19,14 -- | 16,53 DP=3,19 | 17,23 DP=2,92 | 15,98 DP=2,21 |
| **4** | 10 | 12 DP=2,61 | 14 DP=2,19 | 11,88 -- | 9,81 DP=3,45 | 10,39 DP=2,86 | 9,23 DP=2,15 |

Em relação aos estimadores, todos em base de dados primários indicam a possibilidade de ocorrência de outras espécies para a área, o que concorda com o observado nas curvas de rarefação.

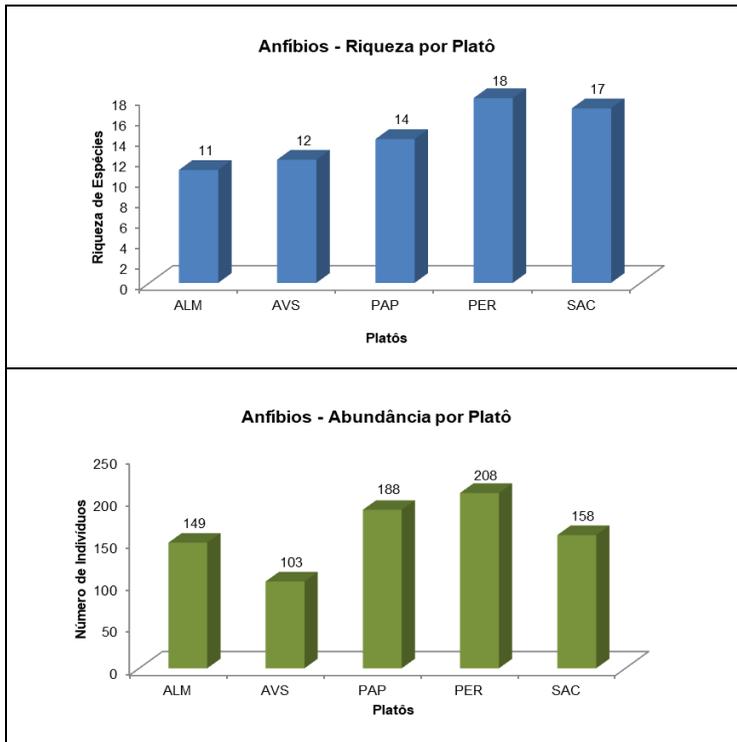
Com base em dados aleatorizados os valores se aproximam do observado, porém apresentando desvios-padrão mais amplos (exceção a Chao 2).

**Figura 14 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática por campanha para répteis no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Campanha | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **1** | 15 | 27 DP=10,40 | 23 DP=2,19 | 18,45 -- | 15,44 DP=5,49 | 15,57 DP=3,99 | 13,55 DP=2,82 |
| **2** | 14 | 17,36 DP=3,57 | 19,6 DP=2,04 | 16,62 -- | 14,04 DP=4,34 | 14,57 DP=3,39 | 12,96 DP=2,51 |
| **3** | 28 | 41,71 DP=9,32 | 40,8 DP=3,44 | 33,74 -- | 30,41 DP=12,14 | 29,03 DP=6,71 | 25,57 DP=4,85 |
| **4** | 17 | 24,2 DP=6,21 | 25 DP=2,83 | 20,59 -- | 17,73 DP=6,23 | 17,53 DP=4,35 | 15,41 DP=3,13 |

*Composição, Riqueza, Abundância e Diversidade de Espécies por Platô*

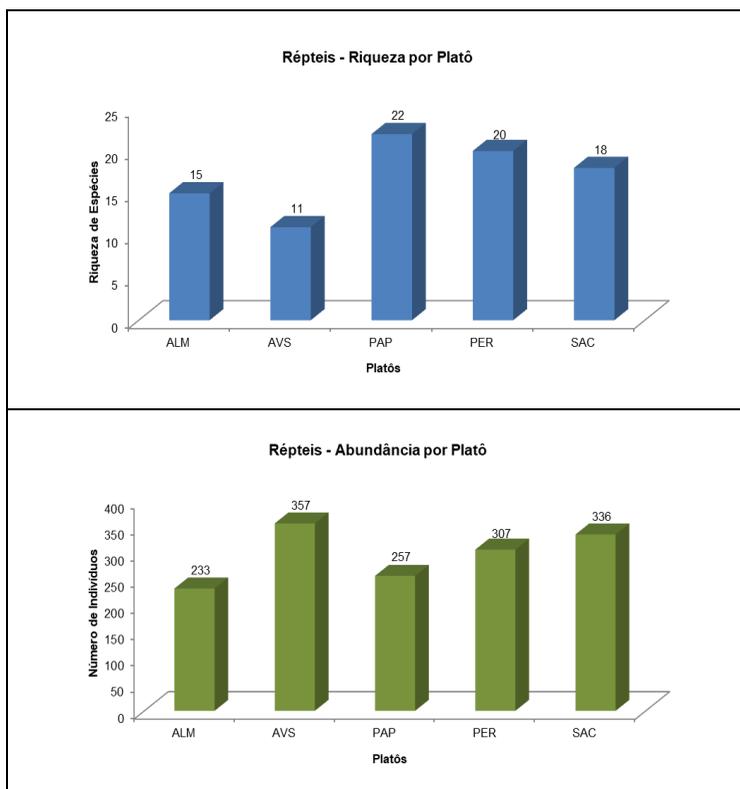
Em relação aos cinco platôs avaliados, considerando os dois anos de monitoramento em conjunto, a riqueza de anfíbios variou entre 11 (platô Almeidas) e 18 espécies (platô Periquito) (amplitude = 7; média = 14,4). Já em relação à abundância, a mesma variou entre 103 (platô Aviso) e 208 indivíduos (platô Periquito) (amplitude = 105; média = 161,2) (Figura 15).

Para répteis, a riqueza variou entre 11 (platô Aviso) e 22 espécies (platô Papagaio) (amplitude = 11; média = 17,2), enquanto a abundância variou entre 233 (Almeidas) e 357 indivíduos (Aviso) (amplitude = 124; média = 298) (Figura 16).

**Figura 15 – Riqueza e abundância de anfíbios por platô em relação aos dois anos de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

Em relação à riqueza, o platô Papagaio apresentou o maior número de espécies, ao passo em que o platô Aviso apresentou o menor. Já quanto à abundância, o Aviso foi o que contemplou o maior número de indivíduos, em grande parte decorrente do elevado número de registros dos lagartos do gênero *Cnemidophorus*, bastante frequentes nas áreas abertas, ainda em estágios iniciais de recuperação. Por sua vez, o platô Saracá contabilizou o segundo maior número de registro de répteis, nos quais o lagarto *Gonatodes humeralis* foi preponderante. Esta espécie mostra-se como a mais abundante

dentre todos os répteis da FLONA como um todo, e seu elevado número de registros no Saracá pode indicar que o mesmo encontra-se em processo adequado de recuperação. Entretanto, no Saracá foram registrados valores ainda elevados dos lagartos heliófilos *Ameiva ameiva* e *Cnemidophorus lemniscatus*.

**Figura 16 – Riqueza e abundância de répteis por platô em relação aos dois anos de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

Os dados de riqueza e abundância de anfíbios e répteis por platô e totais são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2 – Riqueza, abundância, diversidade (H) e equitabilidade (J) de anfíbios em relação aos dois anos de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| TÁXON | PLATÔ | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ALM | AVS | PAP | PER | SAC | |
| **AMPHIBiA** | | | | | | |
| **ANURA** | | | | | | |
| **Aromobatidae** | | | | | | |
| *Allobates femoralis* | 0 | 0 | 1 | 11 | 3 | **15** |
| *Anomaloglossus baeobatrachus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | **6** |
| **Bufonidae** | | | | | | |
| *Rhinella castaneotica* | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | **4** |
| *Rhinella margaritifera* | 3 | 2 | 3 | 9 | 1 | **18** |
| *Rhinella marina* | 31 | 34 | 36 | 7 | 21 | **129** |
| *Rhinella mirandaribeiroi* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | **1** |
| **Hylidae** | | | | | | |
| *Dendropsophus minutus* | 0 | 3 | 10 | 23 | 1 | **37** |
| *Hypsiboas boans* | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | **3** |
| *Osteocephalus oophagus* | 10 | 2 | 51 | 81 | 69 | **213** |
| *Scinax ruber* | 20 | 6 | 20 | 6 | 11 | **63** |
| **Phyllomedusidae** | | | | | | |
| *Phyllomedusa bicolor* | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | **2** |
| **Leptodactylidae** | | | | | | |
| *Adenomera andreae* | 9 | 7 | 15 | 5 | 4 | **40** |
| *Adenomera hylaedactyla* | 2 | 7 | 0 | 0 | 3 | **12** |
| *Leptodactylus knudseni* | 6 | 1 | 5 | 5 | 11 | **28** |
| *Leptodactylus mystaceus* | 3 | 0 | 8 | 9 | 6 | **26** |
| *Leptodactylus pentadactylus* | 5 | 5 | 16 | 14 | 6 | **46** |
| *Leptodactylus rhodomystax* | 0 | 5 | 4 | 7 | 1 | **17** |
| *Leptodactylus fuscus* | 59 | 30 | 13 | 18 | 9 | **129** |
| *Leptodactylus stenodema* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Leptodacylus* sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | **3** |
| **Strabomantidae** | | | | | | |
| *Pristimantis* sp. | 0 | 0 | 5 | 6 | 0 | **11** |
| *Pristimantis zimmermannae* | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | **2** |
| **RIQUEZA TOTAL** | **11** | **12** | **14** | **18** | **17** | **22** |
| **ABUNDÂNCIA TOTAL** | **149** | **103** | **188** | **208** | **158** | **806** |
| **DIVERSIDADE (H)** | **1,806** | **1,896** | **2,192** | **2,207** | **2,039** | **2,331** |
| **EQUABILIDADE (J)** | **0,7531** | **0,763** | **0,8306** | **0,7637** | **0,7198** | **0,7542** |

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

**Tabela 3 – Riqueza, abundância, diversidade (H) e equitabilidade (J) de répteis em relação aos dois anos de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| TÁXON | PLATÔ | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ALM | AVS | PAP | PER | SAC | |
| **REPTILIA** | | | | | | |
| **TESTUDINES** | | | | | | |
| **Testudinidae** | | | | | | |
| *Chelonoidis carbonarius* | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | **4** |
| *Chelonoidis denticulatus* | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | **3** |
| **Geoemydidae** | | | | | | |
| *Rhinoclemmys punctularia* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **1** |

| TÁXON | PLATÔ | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ALM | AVS | PAP | PER | SAC | |
| **CROCODYLIA** | | | | | | |
| **Alligatoridae** | | | | | | |
| *Paleosuchus trigonatus* | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **SQUAMATA** | | | | | | |
| **LAGARTOS** | | | | | | |
| **Dactyloidae** | | | | | | |
| *Dactyloa punctata* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **1** |
| *Norops fuscoauratus* | 5 | 1 | 4 | 2 | 7 | **19** |
| *Norops chrysolepis* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Norops ortonii* | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | **5** |
| **Tropiduridae** | | | | | | |
| *Plica plica* | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | **6** |
| *Plica umbra* | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | **5** |
| *Uranoscodon superciliosus* | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | **2** |
| **Gymnophthalmidae** | | | | | | |
| *Cercosaura ocellata* | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | **4** |
| *Leposoma guianense* | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | **7** |
| **Mabuyidae** | | | | | | |
| *Copeoglossum nigropunctatum* | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | **5** |
| **Phyllodactylidae** | | | | | | |
| *Thecadactylus rapicauda* | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | **6** |
| **Sphaerodactylidae** | | | | | | |
| *Gonatodes humeralis* | 51 | 17 | 148 | 239 | 216 | **671** |
| **Teiidae** | | | | | | |
| *Ameiva ameiva* | 2 | 13 | 12 | 6 | 22 | **55** |
| *Cnemidophorus cryptus* | 148 | 238 | 48 | 35 | 39 | **508** |
| *Cnemidophorus lemniscatus* | 13 | 81 | 17 | 2 | 21 | **134** |
| *Kentropyx calcarata* | 1 | 0 | 1 | 1 | 7 | **10** |
| *Tupinambis teguxin* | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | **5** |
| **SERPENTES** | | | | | | |
| **Anyliidae** | | | | | | |
| *Anylius scytale* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| **Typhlopidae** | | | | | | |
| *Amerotyphlops reticulatus* | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | **2** |
| **Boidae** | | | | | | |
| *Boa constrictor* | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | **3** |
| *Corallus caninus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Corallus hortulanus* | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | **3** |
| **Colubridae** | | | | | | |
| *Chironius fuscus* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **1** |
| *Drymoluber dichorus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Leptophis ahaetulla* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | **1** |
| *Mastigodryas boddaertii* | 0 | 1 | 4 | 0 | 2 | **7** |
| *Oxybelis aeneus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | **2** |
| *Oxybelis fulgidus* | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **Dipsadidae** | | | | | | |
| *Atractus schach* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **1** |
| *Clelia clelia* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | **1** |
| *Drepanoides anomalus* | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | **2** |
| *Imantodes cenchoa* | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | **2** |
| *Oxyrhopus occipitalis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | **1** |
| *Pseudoboa coronata* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** |
| *Pseudoboa neuwiedii* | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | **2** |
| **Viperidae** | | | | | | |
| *Bothrops atrox* | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | **2** |
| **RIQUEZA TOTAL** | **15** | **11** | **22** | **20** | **18** | **40** |
| **ABUNDÂNCIA TOTAL** | **233** | **357** | **257** | **307** | **336** | **1490** |
| **DIVERSIDADE (H)** | **1,209** | **1** | **1,553** | **0,9698** | **1,403** | **1,533** |
| **EQUABILIDADE (J)** | **0,4464** | **0,4172** | **0,5025** | **0,3237** | **0,4852** | **0,4156** |

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

Em relação à riqueza, evidencia-se correspondência entre platôs com estágios similares de recuperação, com menores valores verificados naqueles com plantios mais recentes (Almeidas e Aviso) e maiores valores para platôs em condições intermediárias (Papagaio e Periquito, acrescidos ainda do platô Saracá no tocante a anfíbios). No caso deste último platô, embora o mesmo contemple as áreas mais antigas de recuperação e cobertura arbórea mais densa, sua riqueza ainda não revela valores elevados e condizentes com os observados nas áreas primitivas do topo dos platôs (ver Capítulo 3).

Comparando-se os resultados obtidos para anfíbios entre os dois anos de estudo (Figura 17), verifica-se que, para três dois cinco platôs, os dois anos apresentaram valores similares de riqueza. As duas exceções referem-se aos platôs Aviso, que apresentou incremento de cinco espécies, e o platô Papagaio, que apresentou redução em 7 espécies. Já em relação à abundância, incrementos entre os dois anos foram verificados apenas nos platôs Almeidas e Aviso, enquanto reduções no número de registros foram verificadas no Papagaio e no Periquito. Os motivos para tais variações podem deter relação com eventos climáticos ocorrentes nos dias de coleta (tais como chuvas e formação de poças temporárias ou, por outro lado, de dias com forte insolação), fenômenos estes que sabidamente interferem na frequência de registros de anfíbios, especialmente em áreas mais abertas (*e.g.,* Vasconcelos & Rossa-Feres, 2005). Quanto ao platô Saracá, onde a cobertura vegetal das áreas em recuperação é mais densa e arbórea, os números de registros de anfíbios entre os dois anos foi bastante similar.

Em relação aos répteis, em todos os platôs foram observados incrementos da riqueza e da abundância no segundo ano em relação ao primeiro. A única exceção refere-se ao platô Aviso, cuja riqueza foi similar entre os dois anos (Figura 18).

O incremento no número de registros de espécies e de indivíduos de répteis ao longo dos dois anos não deve ser atribuído à evolução do ambiente aberto para florestal, uma vez que intervalo entre o desenvolvimento dos estudos em campo foi pequeno. A alta taxa de registros de lagartos heliófilos dos gêneros *Cnemidophorus* e *Ameiva* nos platôs indica, por exemplo, que as áreas ainda se encontram desprovidas de florestas densas, que consistem nos ambientes originais locais e que limitariam a ocorrência abundante dessas espécies, que

podem ser consideradas indicadoras de áreas abertas (*e.g.*, Vitt & Colli, 1994). Por outro lado, observou-se ao longo dos dois anos um incremento no número de registros desses mesmos lagartos e de *Gonatodes humeralis*, o que sugere um aumento da densidade da entomofauna das áreas (elemento básico da dieta dessas espécies). Nessa perspectiva, pode-se inferir alguma melhoria na qualidade ambiental dos platôs ao longo da recuperação.

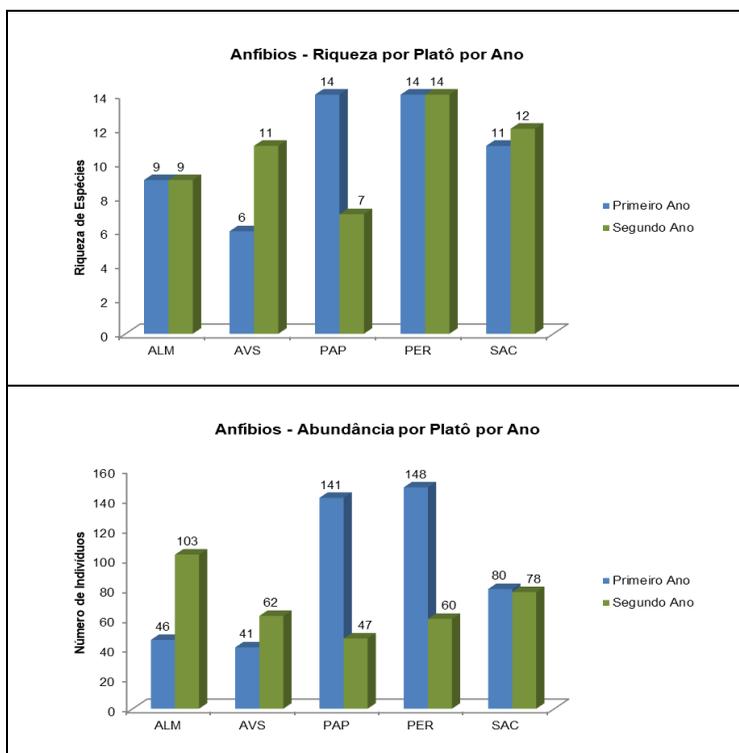
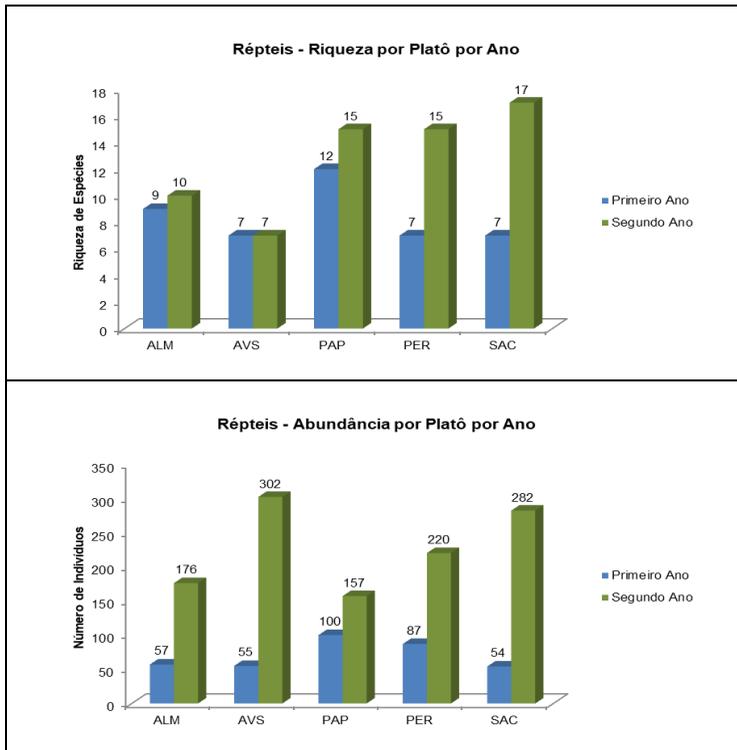
**Figura 17 – Riqueza e abundância de anfíbios por platô por ano de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

**Figura 18 – Riqueza e abundância de répteis por platô por ano de monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

*Estimativas de Riqueza por Platô*

As estimativas de riquezas de anfíbios e répteis para cada um dos platôs mediante curvas de rarefação e estimadores não paramétricos, considerando os dados consolidados dos dois anos de estudos, encontram-se expressas nas Figuras 19 e 20.

**Figura 19 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática para anfíbios por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

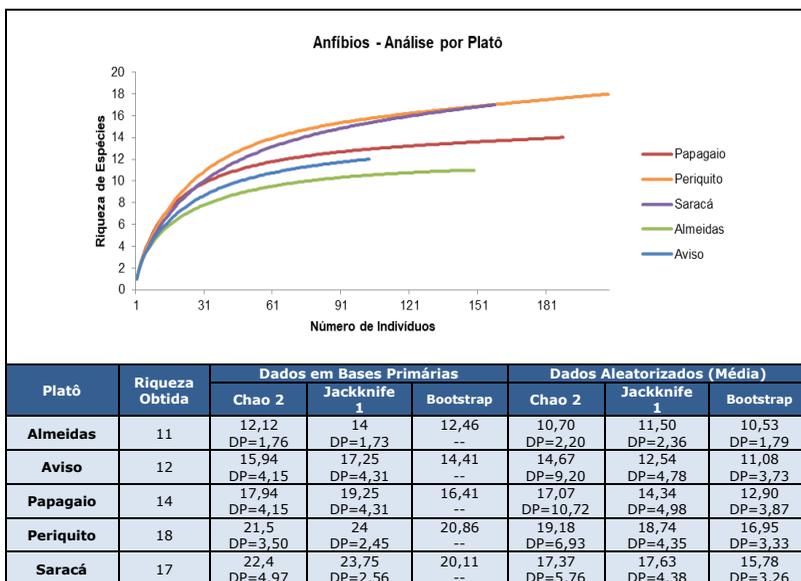
| Platô | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Almeidas** | 11 | 12,12 DP=1,76 | 14 DP=1,73 | 12,46 -- | 10,70 DP=2,20 | 11,50 DP=2,36 | 10,53 DP=1,79 |
| **Aviso** | 12 | 15,94 DP=4,15 | 17,25 DP=4,31 | 14,41 -- | 14,67 DP=9,20 | 12,54 DP=4,78 | 11,08 DP=3,73 |
| **Papagaio** | 14 | 17,94 DP=4,15 | 19,25 DP=4,31 | 16,41 -- | 17,07 DP=10,72 | 14,34 DP=4,98 | 12,90 DP=3,87 |
| **Periquito** | 18 | 21,5 DP=3,50 | 24 DP=2,45 | 20,86 -- | 19,18 DP=6,93 | 18,74 DP=4,35 | 16,95 DP=3,33 |
| **Saracá** | 17 | 22,4 DP=4,97 | 23,75 DP=2,56 | 20,11 -- | 17,37 DP=5,76 | 17,63 DP=4,38 | 15,78 DP=3,26 |

Para anfíbios, verifica-se que as curvas de rarefação encontram-se ainda em elevação para todos os platôs, indicando que outras espécies são esperadas nos mesmos. Entretanto, evidencia-se que nos platôs em estágios mais avançados de recuperação (Papagaio, Periquito e Saracá, com destaque a estes dois últimos) há uma riqueza maior de espécies inferida, o que concorda com os dados observados. Já quanto aos estimadores, a maioria indica que, para os platôs em estágios iniciais de recuperação (Almeidas e Aviso), as amostragens permitiram registrar a quase totalidade das espécies, enquanto os platôs em estágios mais avançados de recuperação (Almeidas, Papagaio e Periquito) tenderiam a apresentar riquezas superiores. Estas condições são evidenciadas especialmente pelo estimador Jackknife 1 com base em dados primários (não aleatorizados).

**Figura 20 – Curva de rarefação e estimadores de riqueza quadrática para répteis por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| Platô | Riqueza Obtida | Dados em Bases Primárias | | | Dados Aleatorizados (Média) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap | Chao 2 | Jackknife 1 | Bootstrap |
| **Almeidas** | 15 | 20,4 DP=4,97 | 21,75 DP=1,89 | 18,10 -- | 14,76 DP=3,92 | 15,50 DP=3,98 | 13,63 DP=2,90 |
| **Aviso** | 11 | 18,88 DP=8,06 | 16,25 DP=1,89 | 13,29 -- | 11,37 DP=4,07 | 11,34 DP=3,02 | 10,00 2,18 |
| **Papagaio** | 22 | 31,75 DP=7,12 | 32,5 DP=2,87 | 26,81 -- | 23,71 DP=8,21 | 22,76 DP=6,17 | 19,86 DP=4,52 |
| **Periquito** | 20 | 31,38 DP=8,32 | 30,5 DP=3,77 | 24,74 -- | 23,52 DP=11,48 | 20,64 DP=6,39 | 17,82 DP=4,68 |
| **Saracá** | 18 | 21,86 DP=3,63 | 24,75 DP=4,80 | 21,23 -- | 20,54 DP=11,82 | 19,25 DP=5,73 | 17,10 DP=4,40 |

Em relação aos répteis, as curvas para todos os platôs encontram-se também em elevação, indicando a possibilidade de ocorrência de outras espécies. Assim como para anfíbios, evidencia-se um menor número estimado de espécies nos platôs Almeidas e Aviso. Entretanto, contrariamente ao esperado, a curva do platô Saracá indica uma riqueza inferior aos platôs Papagaio e Periquito. Esta condição deverá ser avaliada com a continuidade do monitoramento, considerando-se que o platô Saracá apresenta cobertura florestal mais densa e, consequentemente, hábitats mais adequados à maior parcela de répteis da região.

Em relação às análises mediante estimadores, verifica-se que todos indicam a possibilidade de ocorrência de outras espécies em cada um dos platôs analisados. As tendências são as mesmas obtidas mediante as curvas de rarefação, *i.e.*, com maior número esperado de espécies nos platôs Periquito e

Papagaio. Os elevados desvios obtidos, inclusive nos estimadores com dados aleatorizados, indicam a necessidade de continuidade dos estudos.

*Similaridades entre Platôs*

Quanto às similaridades de anfíbios e répteis entre os platôs, avaliadas mediante índice de Jaccard, as mesmas são expressas nas Tabelas 4 e 5 e nas Figuras 21 e 22, respectivamente.

**Tabela 4 - Similaridade de Jaccard considerando a riqueza de anfíbios por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | ALMEIDAS | AVISO | PAPAGAIO | PERIQUITO | SARACÁ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALMEIDAS** | -- | 0,64 | 0,56 | 0,53 | 0,56 |
| **AVISO** | -- | -- | 0,63 | 0,58 | 0,61 |
| **PAPAGAIO** | -- | -- | -- | 0,78 | 0,63 |
| **PERIQUITO** | -- | -- | -- | -- | 0,59 |
| **SARACÁ** | -- | -- | -- | -- | -- |

**Tabela 5 - Similaridade de Jaccard considerando a riqueza de répteis por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| | ALMEIDAS | AVISO | PAPAGAIO | PERIQUITO | SARACÁ |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALMEIDAS** | -- | 0,37 | 0,28 | 0,35 | 0,27 |
| **AVISO** | -- | -- | 0,38 | 0,24 | 0,32 |
| **PAPAGAIO** | -- | -- | -- | 0,31 | 0,38 |
| **PERIQUITO** | -- | -- | -- | -- | 0,41 |
| **SARACÁ** | -- | -- | -- | -- | -- |

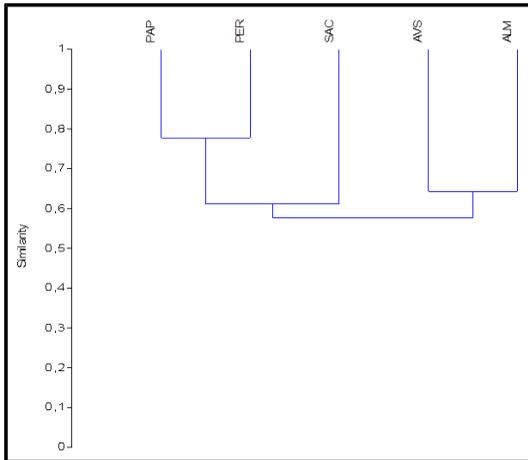
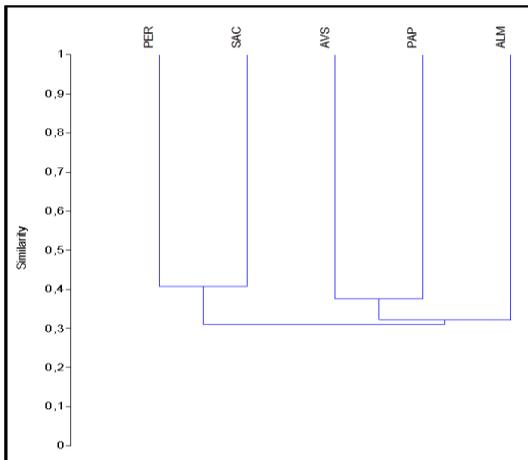
**Figura 21 – Análise de Cluster considerando a riqueza de anfíbios por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

**Figura 22 – Análise de Cluster considerando a riqueza de répteis por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

Em relação a anfíbios, a análise do Cluster indica uma condição coerente entre os platôs em estágios similares de recuperação, com a formação de pares entre Almeidas e Aviso e entre Papagaio e Periquito. O platô Saracá mostra-se como em condição intermediária entre os dois conjuntos, sendo entretanto mais similar ao segundo par.

Considerando-se que, no geral, os grupos de platôs apresentam similaridades superiores a 50%, infere-se que, não obstante ocorram algumas diferenças nas composições, todo o conjunto apresenta-se em uma condição similar de recuperação para a anurofauna, que pode ser definida como ainda em situação preliminar de recuperação.

Em relação aos répteis, as similaridades obtidas agrupam os platôs Aviso e Papagaio em um ramo do cladograma, sendo este ainda agregado ao platô Almeidas, e os platôs Saracá e Periquito em outro ramo. As similaridades, entretanto, são fracas, em geral inferiores a 45%. Tal condição decorre da ocorrência de diversas espécies com baixa amostragem nos platôs, especialmente serpentes, condição esta evidenciada pelas curvas de rarefação ainda em elevação e pelas estimativas elevadas de riqueza de espécies. Desta forma, a presente análise de similaridade deve ser considerada como preliminar, demandando a continuidade dos estudos.

*Espécies Indicadoras*

Diversos estudos conduzidos no Brasil e no mundo têm sugerido que a herpetofauna consiste em uma boa indicadora ambiental, dada a relativa facilidade de encontro em campo e alta resposta a variações ambientais de grupos como anfíbios (Heyer *et al.,* 1994; Watling & Donnelly, 2002) e lagartos (Pianka, 1986; Vitt & Pianka, 1994). Mesmo serpentes, embora consistam em um grupo de difícil registro em campo, podem ser evocadas como boas indicadoras no caso do encontro de formas especialistas e/ou de registro de espécies de diferentes hábitos (*e.g.,* arborícolas e fossoriais) e guildas (*e.g*., anurófagas, malacófagas, piscívoras, etc.) (Moura-Leite *et al*., 1993; Morato, 2014).

No caso do presente estudo, como espécies herpetofaunísticas indicadoras para as áreas em recuperação foram eleitas aquelas associadas à serapilheira de florestas, uma vez que estes animais apresentam forte fidelidade a este tipo de

ambiente quanto por apresentarem capacidade de dispersão limitada. Tais espécies necessitam de condições especiais, como temperatura, umidade e incidência moderada de luz, dependendo diretamente da cobertura do solo para aquisição de alimento, reprodução e abrigo (Watling & Donnelly, 2002; Morato, 2014). As espécies com essas características consistem nos anfíbios *Allobates femoralis* e *Anomaloglossus baeobatrachus* (Aromobatidae), *Rhinella margaritifera* e *Rhinella castaneotica* (Bufonidae), *Pristimantis* spp. (Strabomantidae) e *Adenomera* spp. (Leptodactylidae), no lagarto *Leposoma guianense* (Gymnophthalmidae) e nas serpentes *Atractus schach, Drepanoides anomalus, Oxyrhopus occipitalis* e *Pseudoboa* spp. (Dipsadidae), todas dependentes de boa cobertura do solo.

Além de espécies de solo, formas arborícolas estritas ou com estratégias de camuflagem também podem ser eleitas como boas indicadoras de ambientes florestais íntegros (*e.g.*, Zimmerman & Rodrigues, 1990). Na área de estudo, tais espécies consistem na serpente *Corallus caninus* (Boidae) e nos lagartos *Plica plica, Plica umbra, Uranoscodon superciliosus* (Tropiduridae), *Norops* spp., *Dactyloa punctata* (Dactyloidae) e *Thecadactylus rapicauda* (Phyllodactylidae) dentre os répteis e *Osteocephalus oophagus* (Hylidae) e *Phyllomedusa bicolor* (Phyllomedusidae) dentre os anfíbios.

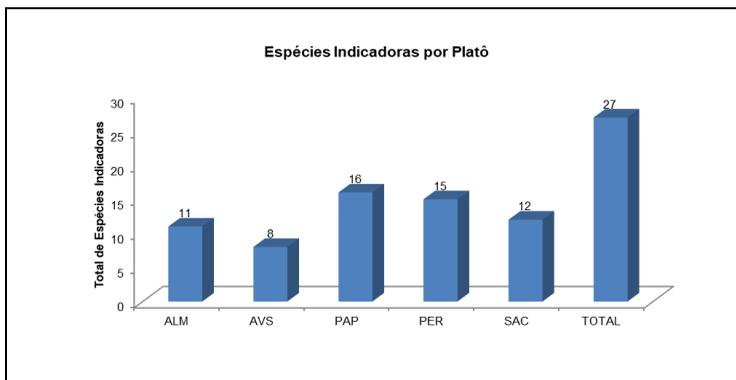
Por fim, espécies endêmicas da região Amazônica foram consideradas como indicadoras, na medida em que dependem de condições específicas de hábitats. Além das espécies acima listadas, destaca-se ainda nesse sentido o crocodiliano *Paleosuchus trigonatus*, espécie aquática que utiliza as lagoas temporárias dos topos de platôs como áreas de alimentação e abrigo durante períodos chuvosos (Morato *et al*., 2011), e o jabuti *Chelonoidis denticulatus*.

No total, os anfíbios e répteis considerados como indicadores de ambientes em bom estado e presentes nas áreas em recuperação ambiental perfazem 27 espécies, o que equivale a 43,55% da riqueza obtida para todos os platôs em conjunto. A Tabela 6 relaciona as espécies que podem ser definidas como indicadoras, seguidas dos critérios de inserção nesta condição e dos platôs em que cada uma foi registrada a partir dos dois anos de amostragem. Já as Figuras 23 e 24 apresentam o número total e percentuais de espécies consideradas como indicadoras registradas em cada platô.

**Tabela 6 – Espécies de anfíbios e répteis indicadores registrados por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

| TÁXON | CRITÉRIO | PLATÔ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ALM | AVS | PAP | PER | SAC |
| **AMPHIBIA** | | | | | | |
| **ANURA** | | | | | | |
| **Aromobatidae** | | | | | | |
| *Allobates femoralis* | End, So | | | X | X | X |
| *Anomaloglossus* cf. *baeobatrachus* | End, So | | | | | X |
| **Bufonidae** | | | | | | |
| *Rhinella castaneotica* | End, So | | X | | X | |
| *Rhinella margaritifera* | End, So | X | X | X | X | X |
| **Hylidae** | | | | | | |
| *Osteocephalus oophagus* | End, Arb | X | X | X | X | X |
| **Phyllomedusidae** | | | | | | |
| *Phyllomedusa bicolor* | End, Arb | | | X | X | |
| **Leptodactylidae** | | | | | | |
| *Adenomera andreae* | End, So | X | X | X | X | X |
| *Adenomera hylaedactyla* | So | X | X | | | X |
| **Strabomantidae** | | | | | | |
| *Pristimantis* sp. | End, So | | | X | X | |
| *Pristimantis zimmermannae* | End, So | X | | | X | |
| **RÉPTILIA** | | | | | | |
| **TESTUDINES** | | | | | | |
| **Testudinidae** | | | | | | |
| *Chelonoidis denticulatus* | End | | X | X | | |
| **CROCODYLIA** | | | | | | |
| **Alligatoridae** | | | | | | |
| *Paleosuchus trigonatus* | End, Aq | X | | | | |
| **SQUAMATA – LAGARTOS** | | | | | | |
| **Dactyloidae** | | | | | | |
| *Dactyloa punctata* | End, Arb | | | X | | |
| *Norops fuscoauratus* | End, Arb | X | X | X | X | X |
| *Norops chrysolepis* | End, Arb | | | | X | |
| *Norops ortonii* | End, Arb | X | X | X | X | |
| **Tropiduridae** | | | | | | |
| *Plica plica* | End, Arb | X | | | X | |
| *Plica umbra* | End, Arb | | | X | X | X |
| *Uranoscodon superciliosus* | End, Arb | | | X | | X |
| **Gymnophthalmidae** | | | | | | |
| *Leposoma guianense* | End, So | | | X | X | X |
| **Phyllodactylidae** | | | | | | |
| *Thecadactylus rapicauda* | End, Arb | | | X | | X |
| **SQUAMATA – SERPENTES** | | | | | | |
| **Boidae** | | | | | | |
| *Corallus caninus* | End, Arb | | | | X | |
| **Dipsadidae** | | | | | | |
| *Atractus schach* | End, So | | | X | | |
| *Drepanoides anomalus* | End, So | | | X | | |
| *Oxyrhopus occipitalis* | End, So | | | | | X |
| *Pseudoboa coronata* | End, So | X | | | | |
| *Pseudoboa neuwiedi* | End, So | X | | | | |
| **Total** | | **11** | **8** | **16** | **15** | **12** |
| **Percentual por platô** | | **42,3** | **34,8** | **44,4** | **39,5** | **34,3** |

Legenda: Critério: End: Espécie endêmica da Amazônia; So: Espécie associada à serapilheira; Arb: Espécie arborícola; Aq: Espécie aquática; Platô: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

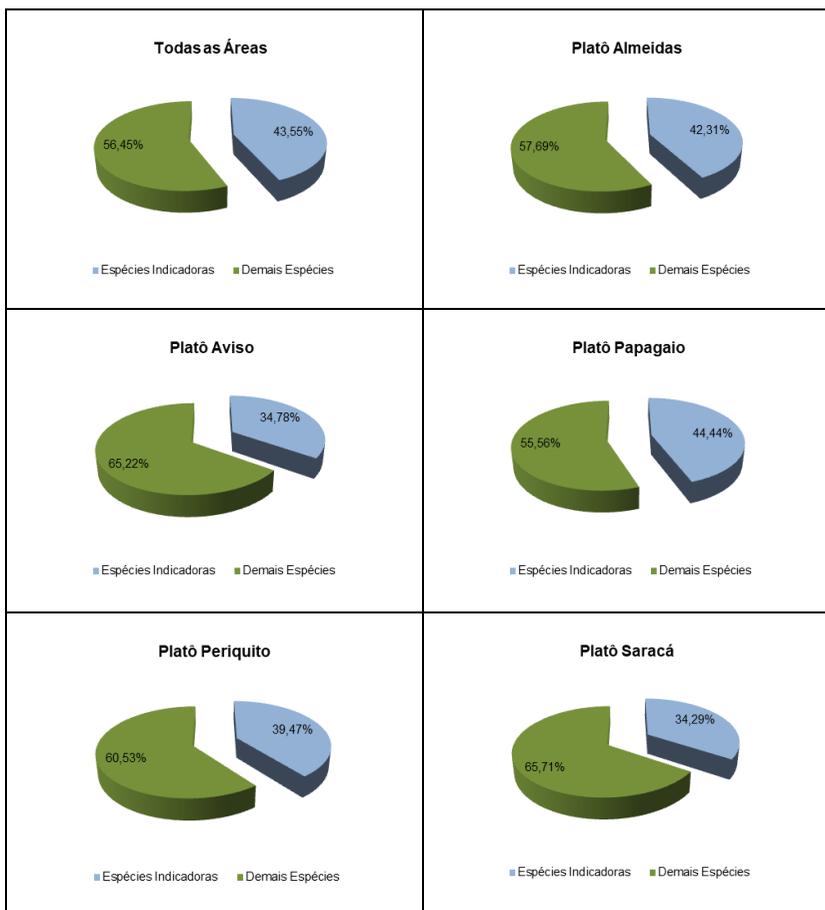
**Figura 23 – Total de espécies indicadoras registradas por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: ALM – Almeidas; AVS – Aviso; PAP – Papagaio; PER – Periquito; SAC - Saracá.

As 27 espécies consideradas como indicadoras de ambientes em bom estado de conservação e presentes em conjunto entre todos os platôs perfazem 43,55% da riqueza total obtida ao longo dos dois anos de estudos. Dentre todos os platôs, o único que apresentou uma riqueza de espécies superior à média (considerando a relação de espécies indicadoras / total de espécies registradas em cada platô) foi o Papagaio, com 44,4% das espécies nesta condição. Tal condição sugere condições ambientais relevantes na área.

Quanto aos demais platôs, seria esperada uma riqueza maior de espécies indicadoras naqueles com condições ambientais mais avançadas. Entretanto, tal condição não foi a observada. O platô Saracá, que apresenta maior cobertura florestal, apresentou o menor percentual de espécies indicadoras, não obstante sua riqueza total intermediária. Por sua vez, o platô Periquito, que apresentou a maior riqueza específica em geral, contemplou um valor inferior de espécies indicadoras ao platô Almeidas, cuja recuperação encontra-se em estágio inicial.

Desta forma, a recolonização do ambiente por espécies mais sensíveis parece deter correlação com a evolução do processo de recuperação. Os platôs com projetos mais recentes (Almeidas e Aviso) foram submetidos a técnicas mais aprimoradas de manejo do solo e de plantio (como a recomposição da camada superficial do solo e plantio de uma maior diversidade de espécies vegetais), condições que se

traduzem em avanços efetivos do processo de restauração ecológica. Por sua vez, as baixas taxas de espécies indicadoras nos platôs Aviso e Saracá podem ser decorrentes das atividades do processo de mineração que ainda são desenvolvidas nos mesmos, e que culminam em trânsito intenso de veículos e utilização de equipamentos. No platô Almeidas tais atividades foram concluídas.

**Figura 24 – Percentuais de espécies indicadoras registradas por platô no monitoramento da recuperação ambiental na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

## Conclusão

A análise comparada dos dados de cada um dos platôs avaliados no presente estudo indica tendências a um aumento da riqueza de espécies de anfíbios e répteis com o desenvolvimento das áreas recuperadas. Entretanto, esta condição foi mais evidente nos platôs Papagaio e Periquito do que no Saracá, não obstante este último contemplar as áreas mais antigas de reflorestamento e as maiores dimensões dentre todos os platôs avaliados. Os fatores que determinam essa condição podem ser os seguintes: i) ao ainda contemplar atividades minerárias e alta incidência de tráfego de veículos, o platô Saracá gera o impacto de afugentamento de uma parcela da herpetofauna, em especial das espécies mais sensíveis (citadas como indicadoras); ii) os reflorestamentos do platô Saracá, desenvolvidos principalmente nas décadas de 80 e 90, não contemplaram o manejo adequado do solo (tais como a reintrodução da camada superficial), gerando pequena disponibilidade de recursos para a herpetofauna fossorial, dependente de uma maior densidade da serapilheira ou, inclusive, para aquela que se utiliza de poças temporárias para alimentação e reprodução (com destaque a anfíbios); e iii) ao contemplarem plantios de uma menor variedade de espécies vegetais em relação aos modelos mais recentes de recuperação, as áreas do platô Saracá possivelmente apresentem uma estrutura de hábitat pouco propícia ao aparecimento de espécies arborícolas, haja vista tanto a baixa disponibilidade de estratos da vegetação quanto de espécies de outros grupos animais que consistam em presas para répteis e anfíbios. Somente em função dessas características, recomenda-se que as áreas recuperadas do platô Saracá sejam enriquecidas.

Quanto aos platôs Almeidas e Aviso, a herpetofauna presente nos mesmos apresenta composição esperada para áreas ainda em processo inicial de recuperação ambiental. A alta incidência de espécies indicadoras de áreas abertas, como os lagartos heliófilos *Cnemidophorus* spp. e *Ameiva ameiva,* sustentam esta condição. Por sua vez, o aparecimento de espécies indicadoras de ambientes florestais indicam que os processos de recuperação têm sido efetivos. Porém, a continuidade do monitoramento se faz necessária para o acompanhamento a longo prazo dessas condições.

Por fim, os dados obtidos permitem concluir que, embora as áreas recuperadas ainda não apresentem cobertura florestal densa similar às condições primitivas, as mesmas parecem

cumprir um importante papel na estrutura da comunidade herpetofaunística regional, permitindo o reaparecimento de uma parcela significativa da diversidade do grupo aos platôs. Pode-se inferir que, embora ainda não se tenha obtido o retorno de toda a riqueza de anfíbios e répteis originais, há evidências de que o processo de recuperação esteja atingido seus objetivos de restauração das funções ecológicas, condição esta evidenciada tanto pela riqueza quanto pela presença das espécies indicadoras citadas. Obviamente, deve-se considerar que, mesmo no caso de ocorrer uma restauração completa da paisagem florestal, o ecossistema a ser formado deverá ser algo novo e distinto das condições originais. Nesse cenário, espera-se que, mesmo em face ao retorno da riqueza total originalmente ocorrente nas áreas, as densidades populacionais deverão ser diferentes, culminando em relações ecológicas distintas e novas, para as quais não é possível predição de seus efeitos futuros.

## Referências Bibliográficas


Bernarde, P.S.; & Abe, A.S., 2006. A snake community at Espigão do Oeste, Rondônia, Southwestern Amazon, Brazil. South American Journal of Herpetology 1: 102-113.

Clarke, K.R.; Warwick, R.M., 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. Marine Ecology Progress Series 216: 265-278.

Cullen-Jr., L. & Rudran, R., 2004. Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. In: Cullen-Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. (Orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. UFPR / Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pp. 169-180.

Franco, F.L.; Salomão, M.G., 2002. Répteis. *In*: P. Auricchio & M.G. Salomão (Eds.). Técnicas de Coleta e Preparação de Vertebrados para Fins Científicos e Didáticos. São Paulo: Instituto Pau Brasil de História Natural, p. 77-115.

Goldsmith, B., 1991. Monitoring for Conservation and Ecology. London: Chapman and Hall, 275p.

Hammer, O.; Harper, D.A.T.; Paul, D.R., 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 9 p.

Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; Hayek, L.C.; Foster, M.S., 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press, 364 pp.

Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton: Princeton University Press, 179 pp.

Martins, M.; Oliveira, M.E., 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herpetological Natural History 6:78-150.
Melo, A.S., 2008. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotropica 8 (3): 22-27.
Morato, S.A.A., 2014. Ferramentas para Avaliação de Impactos Ambientais e planejamento de Unidades de Conservação: grupos bioindicadores e sua análise mediante de Índices de Similaridade Biológica e de Parcimônia de Endemismos (PAE). In: A.M. Giménez & G.I. Bolzón (Eds.). Educación e Investigación Forestal para un Equilibrio Vital. Cooperación Binacional Argentina Brasil. Programa CAPES-SPU de Internacionalización de la Educación Superior y Cooperación Internacional. Santiago del Estero: UNSE; Curitiba: UFPR, pp. 159-194.
Morato, S.A.A.; Batista, V.B.G.V.; Paz, A., 2011. *Paleosuchus trigonatus* (smooth-fronted Caiman): diet and movement. Herpetological Bulletin 115: 34-35.
Moura-Leite, J.C.; Bérnils, R.S. & Morato, S.A.A., 1993. Método para a caracterização da herpetofauna em estudos ambientais. *In*: MAIA - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 2ª ed. Curitiba: SUREHMA/GTZ, cap. 3985, 5p.
Pianka, E.R. 1986. Ecology and natural history of desert lizards: analyses of the ecological niche and community structure. Princeton: Princeton University Press.
Santos, A.J., 2004. Estimativas de riqueza de espécies. *In*: Cullen-Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. (Orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. UFPR / Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pp. 19-42.
STCP Engenharia de Projetos Ltda., 2004. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil. Brasília: IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Curitiba: STCP Engenharia de Projetos Ltda.
Sutherland, W.J., 2006. Ecological Census Techniques: a Handbook. Cambridge: Cambridge University Press, 446 pp.
Vasconcelos, T.S. & Rossa-Feres, D.C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotrop. 5 (2): 2-14.
Vitt, L.J.; Colli, G.R., 1994. Geographical ecology of a Neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. Canadian Journal of Zoology 72: 1986-2008.
Vitt, L.J. & Pianka, E.R., 1994. Lizard Ecology: historical and experimental perspectives. Princeton: Princeton University Press.
Watling, J.I.; Donnelly, M.A., 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. Journal of Zoology 258 (2): 269-276.
Zimmerman, B.L. & Rodrigues, M.T., 1990. Frogs, snakes and lizards of the INPA-WWF Reserves near Manaus, Brazil. *In*: Gentry, A.H. (ed.). Four Neotropical Rainforests. New Haven: Yale Univ.Press, 426-454.

*Podocnemis expansa*
**(Foto: SAA Morato)**

*Capítulo 5*

# Avaliação Genética Comparada das Populações de Tartaruga da Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), dos Rios Trombetas, Tapajós, Nhamundá e Amazonas

Karina Lucas Silva-Brandão
Sérgio Augusto Abrahão Morato
Noemy Seraphim
Aline Peruchi
Luciano M. Verdade

---

**Resumo**

O presente estudo teve por objetivo a avaliação do possível impacto do tráfego fluvial de embarcações destinadas ao transporte da bauxita oriunda de atividades de mineração na FLONA de Saracá-Taquera no fluxo gênico de tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) na REBIO Trombetas, no estado do Pará, Amazônia brasileira. Para isto foram coletadas amostras de pele das membranas interdigitais das patas posteriores de indivíduos jovens desta espécie para análises genéticas baseadas em oito pares de locos microsstélites. As estatísticas básicas para cada loco indicam que a heterozigosidade observada foi, em geral, menor do que a heterozigosidade esperada. O $F_{ST}$ entre pares de populações indicou alta estruturação genética entre todas elas; o maior valor foi encontrado entre as populações de Juruti e tabuleiro Desengano e o menor valor entre o tabuleiro do Jacaré e o tabuleiro Monte Cristo. No entanto, a diversidade gênica foi alta para todos os locos. Os resultados do presente estudo, portanto, evidenciam a diversidade genética relativamente alta das populações amostradas, o que descarta, em princípio, a hipótese da perda de alelos por deriva genética associada a populações pequenas, que pudesse colocar estas populações sob risco. A existência de uma estruturação genética típica da população da tartaruga-da-Amazônia no rio Trombetas e sua participação em um sistema metapopulacional com populações a jusante não implica na completa inexistência de impactos do tráfego de navios sobre a espécie (em especial na comunicação entre indivíduos), embora seja possível inferir pelos presentes resultados que eles sejam de pequena magnitude.

**Abstract**

The present study aimed at the evaluation of the possible impact of ship traffic destined to transport bauxite from mining activities in Saracá-Taquera FLONA in the gene flow of the Giant Amazon turtles (*Podocnemis expansa*) at REBIO Trombetas , in the state of Pará, Brazilian Amazon. For this purpose, skin samples were collected from interdigital membranes of the hind legs of individuals of this species for genetic analysis from eight pairs of primers for the characterization of microsatellites. The basic statistics for each locus indicate that the observed heterozygosity was generally smaller than the expected. FST among pairs of populations indicated high genetic structuring among all of them; the highest value was found between the populations of *tabuleiros* Juruti and Desengano and the lowest value between the *tabuleiros* of Jacaré and Monte Cristo. However, gene diversity was high for all loci. The results of the present study, therefore, show the relatively high genetic diversity of the sampled populations, which rule out, in principle, the hypothesis of loss of alleles due to genetic drift, which could put the populations at risk. The existence of a genetic structure typical of the Giant Amazon Turtle population in the Trombetas River and its role on a metapopulation system with downstream populations does not imply the complete absence of impacts of the ship traffic on the species (especially in the communication between individuals), although it may be inferred from the present results that such impacts are negligible.

## Introdução

A tartaruga da Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), pertence à Família Pelomedusidae, Sub-Ordem Pleurodira, Ordem Testudines, e é o maior quelônio de água-doce encontrado na América do Sul, possuindo ampla distribuição na região amazônica e adjacências. No Brasil, a espécie alcança a região central do país através do rio Araguaia até cerca do paralelo 13°S (Cantarelli, 2006).

A pressão contínua imposta às populações desses quelônios pelo comércio ilegal para manutenção dos mercados clandestinos da carne, gordura e ovos tem colocado todas as tartarugas do gênero *Podocnemis* no Anexo II da Convenção CITES. Embora atualmente não se encontrem necessariamente em perigo de extinção no Brasil, poderão chegar a esta situação, a menos que sejam melhoradas as tecnologias de criação das espécies mais valiosas, com o comércio de espécimes de tais espécies e com uma regulamentação rigorosa e passível de fiscalização. O agravante para conservação das espécies do

gênero em questão é a escassez de informações sobre o status populacional das mesmas, aliada à dificuldade de manutenção dos programas de manejo *in situ* (Vogt *et al*., 2015).

O enfoque genético pode ser usado como importante ferramenta auxiliar para pesquisas em diferentes campos. Parâmetros ecológicos como, por exemplo, estudos comportamentais e de ecologia populacional têm sido estimados a partir da escolha criteriosa de marcadores moleculares, levando-se em consideração as diferentes taxas de diversidade e variabilidade. Baseado nesta característica, pode-se estudar desde problemas de avaliação de parentesco genético e sistemas de acasalamento a investigações de caráter filogeográfico e história demográfica (Hoelzel & Dover, 1991; Avise, 1994, 2000; Carvalho, 1998; Pearse *et al*., 2001; Allendorf, 2017).

Uma variedade de marcadores moleculares têm sido amplamente empregados em estudos de conservação natural de espécies desde a década de 1960, com os estudos iniciais que empregavam alozimas para descrever a variação genética populacional (Allendorf, 2017). Questões de paternidade ou estrutura clonal podem ser bem avaliadas usando microssatélites com alta diversidade alélica, que podem caracterizar todos os indivíduos com um único genótipo (*identification tag*) usando poucos locos (Queller *et al.*, 1993). Em estudos de estrutura populacional e migração, que empregam estimativas da frequência de alelos na população, a alta diversidade alélica dos marcadores microssatélites atua como uma réplica estatística para aprimorar nossa capacidade de distinguir populações (Kalinowski, 2002; Wilson & Rannala, 2003; Selkoe & Toonen, 2006).

Marcadores genéticos moleculares podem ser usados como um importante componente na conservação de espécies ameaçadas, pois permitem a identificação das linhagens genéticas, a fronteira entre as unidades evolutivas significantes (UES) e as unidades de manejo (UM), o problema central da genética de populações (Waples, 1995; Crandall *et al.*, 2000; Frasier & Bernatchez, 2001; Pearman, 2001; Moritz, 2002; Pearse *et al*., 2006). Com o auxílio dos marcadores microssatélites, é possível, por exemplo, conhecer elementos da ecologia comportamental da espécie, como o sistema de acasalamento e o padrão de dispersão e, a partir daí, padrões tanto microgeográficos (Verdade *et al.*, 2002) quanto

macrogeográficos (Villela *et al*., 2008) da sua estrutura genética e movimento na paisagem.

Sites *et al*. (1999) isolaram e caracterizaram seis marcadores microssatélites para estudar o fluxo gênico das tartarugas *Podocnemis expansa* nos rios da Amazônia. Posteriormente, Valenzuela (2000) utilizou cinco desses seis marcadores microssatélites e caracterizou mais três lócos para estudar a paternidade múltipla na espécie. Estes estudos genéticos usando microssatélites obtiveram resultados que indicam a paternidade múltipla na tartaruga-da-Amazônia, de forma que uma única fêmea tem os seus ovos fecundados por dois ou três machos (Valenzuela, 2000; Pearse *et al*., 2006).

Os marcadores moleculares (nucleares e mitocondriais) dessa espécie, usados por Sites *et al*. (1999) em amostras coletadas de duas bacias fluviais (Tapajós e Araguaia), revelaram ainda um grande fluxo gênico intrabacia fluvial (até 275 km), porém, muito pouco entre bacias (2.400 km). Por sua vez, Pearse *et al*. (2006), em um estudo concentrado em praticamente toda a área de distribuição da espécie, e com suficiente esforço amostral, mostraram que as populações de *P. expansa* não apresentam uma longa história de diferenciação genética, mas que cada grande tributário do rio Amazonas atualmente forma uma população parcialmente isolada reprodutivamente, parâmetro que deve ser considerado durante as tomadas de decisões para a conservação do patrimônio genético da espécie.

O manejo dos quelônios da Amazônia, especialmente o da tartaruga, depende da subdivisão da espécie em uma ou várias populações. No primeiro caso, os animais podem ser reintroduzidos ou transferidos sem se questionar sua procedência. No segundo isto não seria recomendável devido às características genéticas próprias de cada "unidade de manejo da espécie" (Teixeira *et al*., 1996).

Dadas as possibilidades de ocorrência de impactos sobre as populações de *Podocnemis expansa*, decorrentes do trânsito de navios no rio Trombetas destinados ao transporte de bauxita oriunda das atividades de mineração na FLONA de Saracá-Taquera (Figura 1), coube à MRN a realização de um projeto de monitoramento de tais impactos, em especial no que tange à interrupção dos processos de migração da espécie ao longo do rio e, consequentemente, do fluxo gênico entre as populações

ocorrentes nos tabuleiros localizados na REBIO Trombetas (Figura 2) com aquelas estabelecidas no rio Amazonas a jusante.

O presente estudo apresenta os resultados do monitoramento de tais impactos, tendo como base a avaliação da estrutura genética populacional e da ocorrência de fluxos gênicos da espécie. Seu objetivo consistiu em verificar se as populações do rio Trombetas detêm contato gênico recente com aquelas localizadas nas regiões da foz do rio Tapajós e de Juruti ou se as mesmas se encontram naturalmente isoladas. O tempo de isolamento, por sua vez, pode significar a ocorrência ou não de impactos de natureza antropogênica, requerendo ou não intervenções com vistas à conservação da espécie na região.

## Material e Métodos

O presente estudo foi precedido pela realização de atividades de reconhecimento de campo, com vistas à demarcação das áreas de ocorrência da tartaruga-da-Amazônia no rio Trombetas e em três localidades a jusante de sua foz no Estado do Pará, a saber, Tabuleiro Desengano, rio Nhamundá, Terra Santa; Tabuleiro de Monte Cristo, rio Tapajós, Itaituba; e Praia Santana, rio Amazonas, Juruti (Figura 3), entrevistas com moradores ribeirinhos do baixo rio Trombetas (de forma a se ter uma perspectiva da ocorrência da espécie no trecho do rio onde ocorre o tráfego de navios), coletas de material genético no Tabuleiro do Jacaré (REBIO Trombetas) e nas demais localidades e análises laboratoriais.

O reconhecimento de campo visou à identificação dos locais de reprodução e dos períodos reprodutivos mais prováveis da tartaruga-da-Amazônia nas regiões do Tabuleiro do Jacaré (na REBIO Trombetas), e à realização de entrevistas com as populações ribeirinhas presentes no baixo rio Trombetas, de forma a verificar a ocorrência da espécie e de locais de sua reprodução também naquele trecho do rio. Os trabalhos de campo para a coleta de material genético, por sua vez, foram desenvolvidos no dia 8 de dezembro de 2014 (quando ocorreu a coleta de material na REBIO Trombetas) e entre os dias 29 de janeiro e 1 de fevereiro de 2015, quando a coleta ocorreu nas demais localidades. As coletas foram amparadas pelas Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ACCTMB) nº 375/2013 do IBAMA.

**Figura 1 – Navio destinado ao transporte de bauxita oriunda da FLONA de Saracá-Taquera.**

Foto: SAA Morato

**Figura 2 – Aspecto geral das praias do Tabuleiro do Jacaré, REBIO Trombetas.**

Foto: SAA Morato

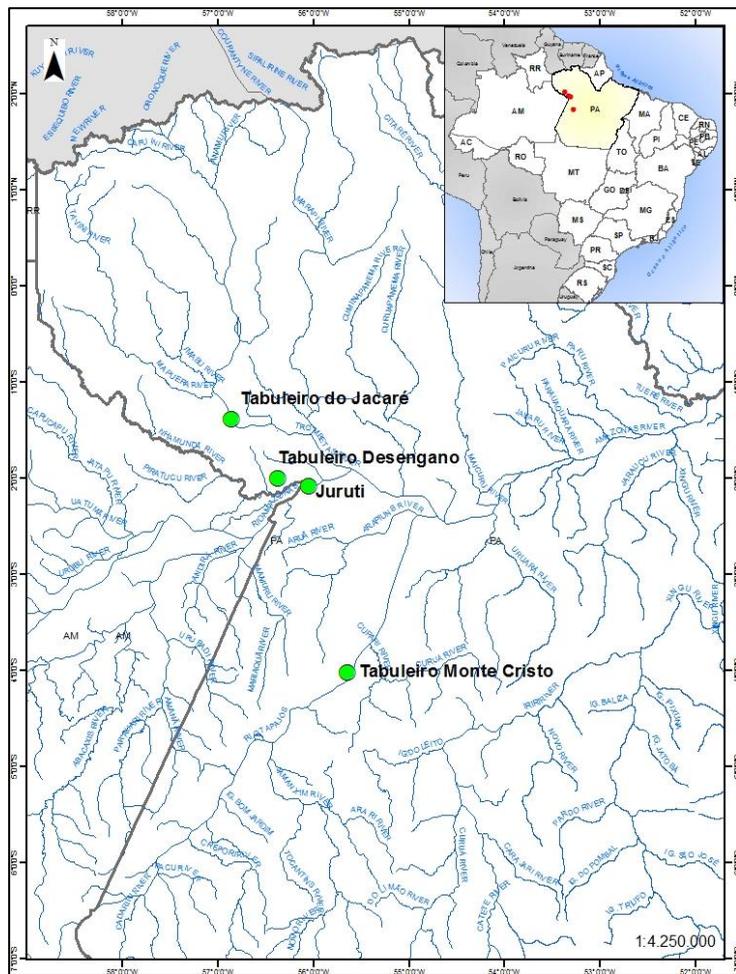
**Figura 3 – Localidades de coleta de material genético da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*).**

As localidades de coleta com suas coordenadas e os números de indivíduos amostrados (adultos e filhotes) encontram-se apresentados na Tabela 1. As distâncias entre as localidades (medidas ao longo dos sistemas fluviais) encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 1 – Dados das localidades e das coletas de material genético de *Podocnemis expansa*. N = número de indivíduos coletados.**

| Localidade | Coordenadas | Fase de desenvolvimento | Código | N |
|---|---|---|---|---|
| **Tabuleiro do Jacaré, REBIO Trombetas, Pará** | 1º22'39" S 56º51'15" W | Filhotes | TR-F | 31 |
| | | Adultos | TR-A | 13 |
| **Praia Santana, Rio Amazonas, Juruti, Pará** | 2º04'43" S 56º02'52" W | Filhotes | SA-F | 39 |
| **Tabuleiro Monte Cristo, Rio Tapajós, Pará** | 4º01'09" S 55º38'25" W | Filhotes | TA-F | 43 |
| **Tabuleiro Desengano, Terra Santa, Pará** | 2º00'08" S 56º21'58" W | Filhotes | TS-F | 41 |

**Tabela 2 – Distâncias fluviais entre as localidades de coleta de material genético de *Podocnemis expansa*.**

| | Tabuleiro do Jacaré, REBIO Trombetas | Tabuleiro Desengano, Terra Santa | Praia Santana, Juriti | Tabuleiro Monte Cristo, Rio Tapajós |
|---|---|---|---|---|
| **Tabuleiro do Jacaré, REBIO Trombetas** | --- | 269 km | 227 km | 523 km |
| **Tabuleiro Desengano, Terra Santa** | 269 km | --- | 42 km | 451 km |
| **Praia Santana, Rio Amazonas, Juruti** | 227 km | 42 km | --- | 409 km |
| **Tabuleiro Monte Cristo, Rio Tapajós** | 523 km | 451 km | 409 km | --- |

A coleta de material foi realizada obtendo-se amostras de pele das membranas interdigitais das patas posteriores de cada indivíduo. Previamente à incisão, o material cirúrgico (tesoura e bisturi) foi esterilizado a quente e a pele do animal higienizada com álcool 70% para impedir a contaminação das amostras. Duas amostras foram obtidas por indivíduo. O material foi acondicionado em tubos *eppendorfs* identificados individualmente, contendo álcool absoluto. Tais técnicas baseiam-se em premissas técnicas não invasivas, não gerando danos ou injúrias aos animais por obterem apenas tecido epiteliar superficial (Dutton & Balazs, 1995; Bowen & Witzell, 1996).

*Análise Genética*

Todo o material genético coletado foi encaminhado para processamento no laboratório de Melhoramento de Plantas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, no campus da

Universidade de São Paulo em Piracicaba, São Paulo. O DNA total das amostras coletadas foi extraído usando o Dneasy Blood and Tissue kit (Qiagen). A quantificação da concentração de DNA e a inferência da qualidade das extrações foram feitas em um espectrofotômetro NanoDrop (Thermo Scientific).

Foram utilizados oito pares de iniciadores disponíveis na literatura (Sites *et al*., 1999; Valenzuela, 2000) para a caracterização de dos lócos microssatélites (Tabela 3). Os lócos foram inferidos por marcação com fluoróforos, como descrito por Schuelke (2000). Por esse método, sequências de nucleotídeos não específicos ao genoma estudado são acopladas à extremidade 5' do iniciador direto de cada loco. Na reação de amplificação, as sequências complementares são sintetizadas juntamente com o iniciador que pareou com a fita de DNA. Deste modo, a partir do terceiro ciclo, a sequência marcada com fluoróforos complementar à cadeia sintetizada pode também ser sintetizada, marcando com fluoróforos toda a cadeia reversa do loco microssatélite (Schuelke, 2000). Deste modo, os lócos microssatélites foram marcados com fluorescências específicas do 6-FAM, VIC, NED e PET, permitindo que a genotipagem fosse feita de forma multiplex (Missiaglia & Grattapaglia, 2006) em sequenciador automático, ou seja, quatro locos diferentes podem ser genotipados em uma mesma corrida de sequenciamento.

As condições da PCR por reação foram inicialmente padronizadas para todos os marcadores como sendo: volume total de 15 µL, contendo 7,5 ng do DNA (1,5 µL na concentração 5 ng/µL); 1,0-1,5 mM de fluoróforo (6-FAM, VIC, NED ou PET) (0,1-0,15 µL na concentração 10 mM); 40,0 µM de dNTP (0,3 µL); 1,0 mg de BSA, tampão para Taq polimerase 1X; 2,0 mM de $MgCl_2$ (25 mM); água Milli-Q; 0,12 µL de Taq polimerase (Promega); 3,0 mM de cada iniciador (direto e reverso) (0,3 µL na concentração 10 mM). As reações foram incubadas em um termociclador programado para realizar uma desnaturação inicial a 94° por 5 min, 30 ciclos compostos por 30 s de desnaturação a 94°C, 45 s com temperatura de anelamento variando para cada iniciador, 45 s a 72° C para extensão, seguido de 8 ciclos compostos por 30 s de desnaturação a 94°C, 45 s com temperatura de anelamento para os fluoróforos e 45 s a 72° C para extensão, finalizando com 10 min para extensão a 72°C (Schuelke, 2000). As reações de PCR foram avaliadas em gel de agarose 1,5% corado com SYBR Gold (Life Technologies),

posteriormente fotografado em UV para visualização das bandas dos fragmentos amplificados.

A genotipagem foi realizada no sequenciador automático ABI 3730 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Os picos foram editados no programa Geneious 7.0 (Biomatters Limited).

*Metodologia analítica*

Indivíduos de cada localidade de coleta foram considerados como parte de uma única população para as análises dos dados. Primeiramente a matriz de genotipagem foi analizada no programa MicroChecker (van Oosterhout *et al.*, 2004) para verificar e corrigir possíveis fontes de erro como alelos nulos, erros de genotipagem e perda de alelos de tamanho grande, além de calcular a frequência de alelos nulos por população por loco. Foram estimados os parâmetros mais utilizados para descrever a variabilidade e a estruturação genética de uma população com dados de marcadores microssatélites: a riqueza alélica por loco por população, a heterozigosidade observada (HO) e esperada (HE) por loco e por população. As estatísticas F ($F_{IS}$, $F_{ST}$ e $F_{IT}$) gerais foram estimadas no pacote R (R Core Team 2014) hierFSTAT (Goudet 2005). O teste de desequilíbrio de ligação, o desvio do equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) para cada loco e para cada população (parâmetros do programa) e os valores de $F_{ST}$ par a par (F/(1-F)) foram estimados no programa Genepop v. 4.2 (Raymond & Rousset, 1995, Rousset, 2008).

Os indivíduos amostrados de diferentes localidades foram designados probabilisticamente por meio de inferência Bayesiana a uma ou mais populações por meio do programa Structure (Pritchard *et al*., 2000), utilizando o teste de atribuição. Nesse modelo são assumidas K populações (sendo que o valor de K é desconhecido), cada uma delas caracterizada por um conjunto de frequências alélicas em cada loco. Cada valor de K (1-10) foi estimado 15 vezes independentemente a partir de 1.000.000 repetições e burn-in de 100.000 iterações, usando o modelo "admixture" e frequências de alelos não-correlacionadas. Estes resultados foram posteriormente analisados no aplicativo Structure Harvester (Earl & Vonholdt, 2012) usando o delta K máximo (Evanno *et al*., 2005). Os resultados foram ordenados usando o programa CLUMPP (Jakobsson & Rosenberg, 2007), e o gráfico foi desenhado com o programa DISTRUCT (Rosenberg, 2004).

**Tabela 3 - Características dos iniciadores desenvolvidos para *Podocnemis expansa*, com posterior padronização das temperaturas de anelamento (adaptado de *Sites-Jr. *et al.*, 1999 e #Valenzuela, 2000)**

| Loco | Sequência do Iniciador | Repetição | Tamanho do fragmento | Temperatura de anelamento (°C) | Fluoróforo |
|---|---|---|---|---|---|
| Pod1* | F-GATCTTTCTTTACAGGTGCAGTTC<br>R-CACAACTAAATTACAGCACTCCG | $(CA)_{32}$ | 171-225 | 58 | 6-FAM |
| Pod62* | F-ATGAGTGTGGAATGAGAGGAAC<br>R-CCCATCCACAGAAGCAAATTCC | $(GT)_{11}(TA)_5$ | 201-236 | 59 | VIC |
| Pod79* | F-GGGAGAGCATTGCTGGTTGGTG<br>R-CAATGTCATCACCGCAGAACCC | $(CT)_{13}(CA)_{16}$ | 236-280 | 62 | NED |
| Pod128* | F-GTGTCAGGGCTACCATCAAGATTG<br>R-CCAGTAAAATTCACTACCAGCATG | $(GT)_{27}(GC)_7$ | 155-211 | 58 | PET |
| Pod147* | F-GTGACAGCAGCATCTCATTTTCTC<br>R-ATGACACATTACCATCCCATAGG | $(GT)_{16}(A)_{20}$ | 191-257 | 57 | 6-FAM |
| PE344# | ATCCTGAGTTTAAAGGTGA<br>AACTCTTCAAACTCCTCTAG | $(AG)_{13}$ | 181-220 | 50 | VIC |
| PE519# | GCTGAGCTAGACTAACATGC<br>GTAAATTGCCATACTTGGAG | $(CT)_7(CA)_8(CG)_2(CA)_8$ | 306-354 | 56 | NED |
| PE1075# | ATGAGCCTGAAGAGTTGGAA<br>AACTTAGGCTGCATGAGTTG | $(AC)_{11}$ | 265-270 | 54 | PET |

Uma análise discriminante de componentes principais (DAPC) foi implementada usando o pacote R adegenet (Jombart, 2008). Embora o uso do programa Structure seja encontrado na literatura, a análise DAPC pode ser mais sensível para a proposta de atribuir grupos (Jombart *et al.,* 2010). A proposta da análise também envolve a produção gráfica relacionando as populações amostradas com grupamentos genéticos.

O programa BayesAss (Wilson & Rannala, 2003) foi aplicado para obter uma matriz de migração entre as localidades amostradas. A matriz de migração mostra informações importantes sobre a taxa de migração esperada entre locais de coletas dado o padrão de distribuição de variabilidade, além de estimar também a taxa de permanência de indivíduos dentro de cada localidade. Para estabilizar as cadeias MCMC (Markov Chain Monte Carlo) usadas no programa, foram feitas três corridas independentes no BayesAss por 10 milhões de gerações e um burn-in de 1 milhão; o valor de a (frequência alélica) foi definido como 0,4, m (taxa de migração) como 0,2, e f (coeficiente de endogamia) como 0,4. As três corridas foram checadas para convergência e amostragem adequada (com ESS>200; estimated sample size) usando o software Tracer v. 1.6 (Rambaut *et al.*, 2014) e compiladas posteriormente usando o pacote R CODA (Plummer *et al.*, 2006).

## Resultados

Mediante os procedimentos realizados durante as campanhas de campo descritas, obteve-se um total de 167 amostras de material genético, conforme seguem:

- Tabuleiro do Jacaré, REBIO Trombetas, Município de Oriximiná, Pará: 13 amostras de indivíduos adultos e 31 amostras de indivíduos juvenis (filhotes);
- Tabuleiro Desengano, Rio Nhamundá, Município de Terra Santa, Pará: 41 amostras de indivíduos juvenis (filhotes);
- Tabuleiro na Praia Santana, Rio Amazonas, Município de Juruti, Pará: 39 amostras de indivíduos juvenis (filhotes);
- Tabuleiro Monte Cristo, Rio Tapajós, Município de Itaituba, Pará: 43 amostras de indivíduos juvenis (filhotes).

Dos 167 exemplares provenientes das quatro localidades, foram genotipados oito locos microssatélites. Setenta e três alelos foram encontrados nos oito locos, sendo que o loco Pod1

foi o que apresentou maior riqueza de alelos nas quatro populações (Tabela 4). O loco com menor riqueza foi o PE1075, com dois alelos para todas as populações. Entre as localidades amostradas, a população do Tabuleiro do Jacaré (REBIO Trombetas) foi a que apresentou o maior número de alelos para o loco Pod1, seguida pela população de Juruti (vide Tabela). No geral, a população do Tabuleiro do Jacaré apresentou maior riqueza de alelos para todos os locos, seguida pela população do Tabuleiro Monte Cristo. A população do Tabuleiro Desengano, em Terra Santa, foi a que apresentou menor riqueza de alelos para o somatório de todos os locos.

**Tabela 5 – Estatísticas básicas para cada loco obtido nas análises genéticas das quatro populações de *Podocnemis expansa* avaliadas.**

| Loco | $H_O$ | $H_E$ | Ht | Dst | $F_{ST}$ | $F_{IS}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pod1** | 0,7333 | 0,8669 | 0,8933 | 0,0264 | 0,0295 | 0,1541 |
| **Pod62** | 0,9228 | 0,8469 | 0,8728 | 0,0259 | 0,0297 | -0,0896 |
| **Pod79** | 0,8241 | 0,8392 | 0,8738 | 0,0346 | 0,0396 | 0,0180 |
| **Pod128** | 0,6422 | 0,8462 | 0,8906 | 0,0444 | 0,0499 | 0,2411 |
| **Pod147** | 0,4036 | 0,6875 | 0,7808 | 0,0933 | 0,1195 | 0,4129 |
| **PE344** | 0,7878 | 0,8052 | 0,8230 | 0,0178 | 0,0216 | 0,0217 |
| **PE519** | 0,5250 | 0,5240 | 0,5503 | 0,0262 | 0,0477 | -0,0019 |
| **PE1075** | 0,4335 | 0,4435 | 0,4583 | 0,0148 | 0,0323 | 0,0225 |
| **Total** | **0,6590** | **0,7324** | **0,7679** | **0,0354** | **0,0461** | **0,1002** |

Legenda: HO = heterozigosidade observada; HE = heterozigosidade esperada; Ht = diversidade gênica geral; Dst = diversidade gênica entre amostras; FST = índice de fixação ou coeficiente de endogamia; FIS = diferença média entre as heterozigosidade observada e esperada sob HWE.

Em geral, todos os pares de locos apresentaram desequilíbrio de ligação de acordo com o teste exato de Fisher, com exceção do loco PE1075 (Tabela 8). Este loco, por outro lado, foi o que apresentou a maior frequência de alelos nulos em todas as populações (Tabela 9). Dois dos oito locos apresentaram desequilíbrio de Hardy-Weinberg em todas as populações, de acordo com o teste exato de Fisher (Pod1 e Pod128) (Tabela 10). Vários fatores podem ser responsáveis por este desequilíbrio, entre eles tamanhos populacionais pequenos e endogamia.

**Tabela 6 – Número de heterozigotos observado (ho) e esperado (he) para cada loco por população de *Podocnemis expansa* avaliada.**

| | Juruti (SA) | | Monte Cristo (TA) | | Jacaré (TR) | | Desengano (TS) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Loco** | $H_O$ | $H_E$ | $H_O$ | $H_E$ | $H_O$ | $H_E$ | $H_O$ | $H_E$ |
| **Pod1** | 34 | 35,1 | 24 | 34,1 | 28 | 39,2 | 35 | 35,2 |
| **Pod62** | 39 | 31,0 | 38 | 35,5 | 39 | 38,0 | 36 | 35,5 |
| **Pod79** | 32 | 32,8 | 29 | 28,5 | 36 | 38,3 | 33 | 33,1 |
| **Pod128** | 31 | 31,1 | 20 | 34,6 | 25 | 31,2 | 22 | 32,9 |
| **Pod147** | 21 | 27,5 | 10 | 31,4 | 17 | 32,9 | 14 | 15,5 |
| **PE344** | 39 | 31,8 | 32 | 35,7 | 30 | 33,4 | 29 | 32,6 |
| **PE519** | 14 | 12,2 | 21 | 29,8 | 24 | 22,7 | 29 | 23,5 |
| **PE1075** | 16 | 12,8 | 16 | 19,7 | 21 | 20,6 | 19 | 20,7 |

**Tabela 7 – Valores de FST par a par das quatro populações de *Podocnemis expansa* avaliadas.**

| | Juruti (SA) | Monte Cristo (TA) | Jacaré (TR) | Desengano (TS) |
|---|---|---|---|---|
| **Juruti (SA)** | - | | | |
| **Monte Cristo (TA)** | 0,0767 | - | | |
| **Jacaré (TR)** | 0,0521 | 0,0195 | - | |
| **Desengano (TS)** | 0,0987 | 0,0534 | 0,0556 | - |

**Tabela 8 – Probabilidade de desequilíbrio de ligação entre locos das quatro populações de *Podocnemis expansa* avaliadas (significância = 0,05).**

| Loco | Pod1 | Pod62 | Pod79 | Pod128 | Pod147 | PE344 | PE519 | PE1075 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pod1** | | <0,001 | <0,001 | 0,0647 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,3276 |
| **Pod62** | | | <0,001 | <0,001 | 0,0078 | <0,001 | <0,001 | 0,1103 |
| **Pod79** | | | | <0,001 | 0,0018 | <0,001 | <0,001 | 0,0495 |
| **Pod128** | | | | | 0,0013 | <0,001 | <0,001 | 0,1494 |
| **Pod147** | | | | | | <0,001 | <0,001 | 0,3847 |
| **PE344** | | | | | | | <0,001 | 0,0181 |
| **PE519** | | | | | | | | 0,0779 |
| **PE1075** | | | | | | | | |

**Tabela 9 – Frequência de alelos nulos estimados por loco por população de *Podocnemis expansa* avaliada, quando significativo, usando a estimativa de Oosterhout (MicroChecker).**

| Loco | Juruti (SA) | Monte Cristo (TA) | Jacaré (TR) | Desengano (TS) |
|---|---|---|---|---|
| **Pod1** | - | 0,1597 | 0,1415 | - |
| **Pod62** | - | - | - | - |
| **Pod79** | - | - | - | - |
| **Pod128** | - | 0,2095 | 0,0867 | 0,1583 |
| **Pod147** | 0,1039 | 0,3196 | 0,2264 | - |
| **PE344** | - | - | - | - |
| **PE519** | - | 0,1315 | - | - |
| **PE1075** | - | - | - | - |

**Tabela 10 – Probabilidade dos locos em cada população de *Podocnemis expansa* estarem em Equilíbrio de Hardy-Weinberg ($E_{HW}$) (Significância = 0,05).**

| Loco | Juruti (SA) | Monte Cristo (TA) | Jacaré (TR) | Desengano (TS) |
|---|---|---|---|---|
| **Pod1** | **<0,001** | **<0,001** | **<0,001** | **0,0034** |
| **Pod62** | **<0,001** | **0,0028** | 0,4015 | **0,0243** |
| **Pod79** | **<0,001** | 0,5594 | 0,0878 | **0,0312** |
| **Pod128** | **<0,001** | **<0,001** | **0,0439** | **<0,001** |
| **Pod147** | **<0,001** | **<0,001** | **<0,001** | 0,2453 |
| **PE344** | **<0,001** | **<0,001** | 0,2019 | **<0,001** |
| **PE519** | 1,0 | **0,0013** | 0,1002 | **0,0283** |
| **PE1075** | 0,3131 | 0,3069 | 1,0 | 0,7518 |

A análise Bayesiana no programa Structure atribuiu todos os indivíduos amostrados a quatro grupos (K=4) (Figura 4). As populações do tabuleiro do Jacaré (rio Trombetas) e do tabuleiro Monte Cristo (rio Tapajós) apresentaram vários indivíduos pertencentes ao mesmo grupo genético. As populações do tabuleiro Desengano e de Juruti apresentaram padrões distintos entre si e em relação às outras duas populações.

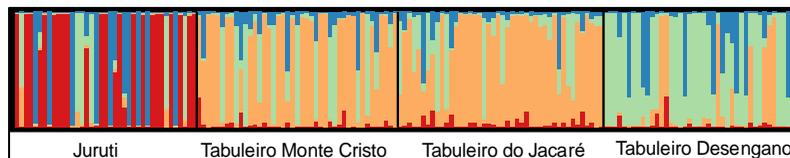
**Figura 4 – Gráfico de atribuição dos indivíduos de cada localidade de coleta aos quatro grupos genéticos designados pelo Programa Structure. Mesma cor em cada localidade indica o mesmo grupo genético.**

O gráfico gerado na DAPC, construído com as quatro localidades, mostra um padrão de distribuição das populações no espaço bem semelhante ao encontrado pelo Structure, com grande sobreposição das populações do tabuleiro do Jacaré (TR) e do tabuleiro Monte Cristo (TA) (Figura 5). No entanto, a análise de atribuição em grupos genéticos (*clusters*) resultou em sete grupos genéticos, ou seja, maior subdivisão populacional, inclusive dentro da mesma localidade de coleta, diferente do programa Structure (Figura 6). É possível observar três conjuntos de clusters: o grupo mais isolado no eixo Y é o grupo 1, composto principalmente por amostras do Tabuleiro do Desengano; os grupos 5 e 7 encontram-se juntos, isolados do resto em relação ao eixo X, e esses dois grupos são principalmente compostos por indivíduos da Praia Santana (Juruti). No outro lado do eixo X encotramos os demais grupos. Esses resultados sugerem que a Juruti é uma população bastante isolada geneticamente das outras localidades amostradas.

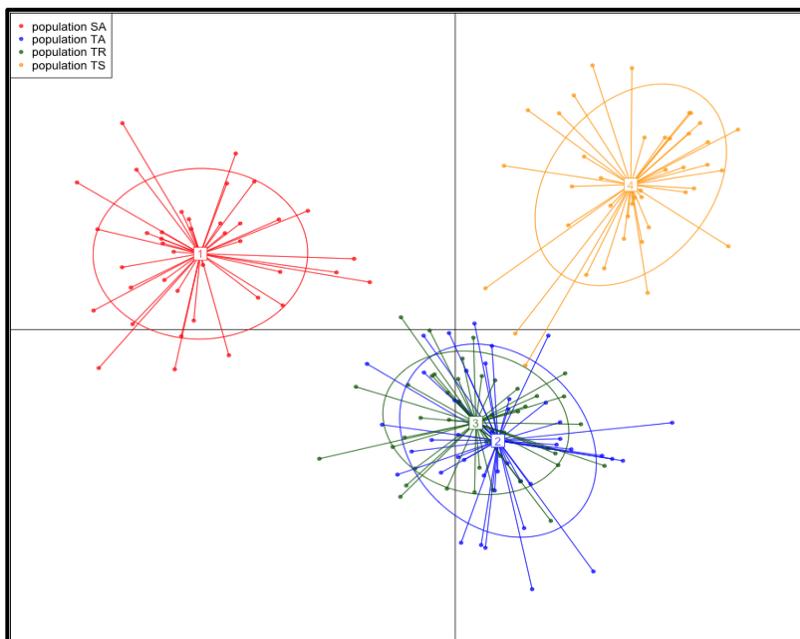
**Figura 5 – Gráfico da DAPC com quatro grupos populacionais de *Podocnemis expansa* avaliadas.**

Legenda: SA: Praia Santana, Juruti, Rio Amazonas; TA: Tabuleiro Monte Cristo, Rio Tapajós; TR: Tabuleiro Jacaré, Rio Trombetas; TS: Tabuleiro Desengano, Terra Santa.

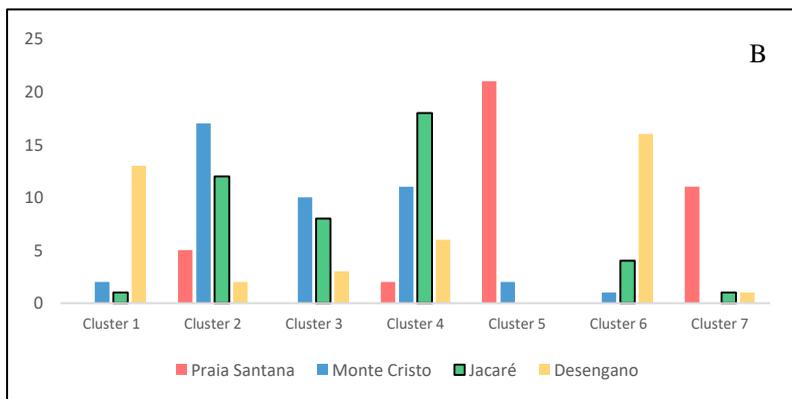
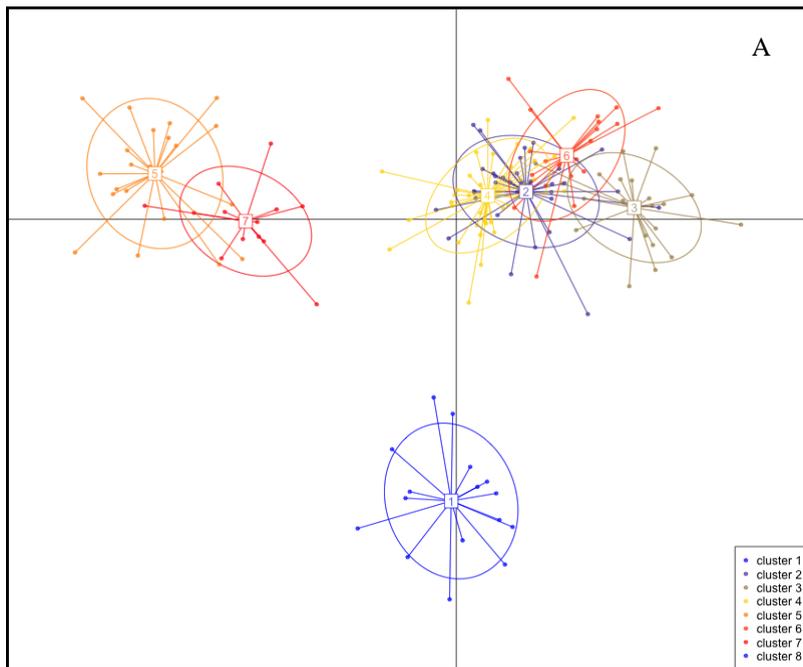
**Figura 6 – Gráfico da DAPC com sete grupos populacionais de *Podocnemis expansa* a partir das quatro localidades avaliadas (A); Frequência de indivíduos de cada localidade de coleta em cada grupo genético encontrado na DAPC (B).**

De acordo com as estimativas de taxa de migração calculadas no programa BayesAss, a maioria dos indivíduos dentro de cada localidade são residentes, isto é, não-migrantes (Tabela 11). A maior taxa de migração entre populações foi encontrada entre Tabuleiro Monte Cristo e Tabuleiro do Jacaré (19% dos indivíduos amostrados no Tabuleiro Monte Cristo são considerados migrantes do Tabuleiro Jacaré, e 17% dos indivíduos do Tabuleiro Jacaré são migrantes do Tabuleiro Monte Cristo). Como será discutido oportunamente, esta condição certamente se deve à introdução deliberada de indivíduos do Tabuleiro do Jacaré no rio Tapajós durante a década de 1970 (Alfinito *et al.*, 1976).

**Tabela 11 – Matriz de migrantes, com porcentagem de migrantes entre pares de populações de *Podocnemis expansa* avaliadas. A ordem de migração é da primeira linha para as demais.**

| | Juruti (SA) | Monte Cristo (TA) | Jacaré (TR) | Desengano (TS) |
|---|---|---|---|---|
| **Juruti (SA)** | **0,831** | 0,009 | 0,012 | 0,014 |
| **Monte Cristo (TA)** | 0,080 | **0,808** | 0,190 | 0,034 |
| **Jacaré (TR)** | 0,081 | 0,174 | **0,788** | 0,033 |
| **Desengano (TS)** | 0,008 | 0,010 | 0,011 | **0,919** |

## Discussão

O número de alelos encontrados nos locos microssatélites concorda com dados anteriores de literatura. Sites-Jr. *et al.* (1999), por exemplo, também encontraram 19 alelos para o loco Pod1, embora tenham encontrado um maior número absoluto de alelos para os outros locos testados por eles. Valenzuela (2000), por sua vez, encontrou menos alelos nos três locos que propôs e que foram investigados aqui. Naquele estudo, entretanto, a autora encontrou quatro alelos para o loco PE1075, para o qual foram encontrados somente dois alelos para todas as populações estudadas aqui.

Os resultados do presente estudo, portanto, evidenciam a diversidade genética relativamente alta das populações amostradas, o que descarta, em princípio, a hipótese da perda de alelos por deriva genética que pudesse colocar as populações sob risco. Em parte, esta elevada diversidade genética das

populações é mantida também pela migração, ainda que tênue, de indivíduos entre as diferentes regiões avaliadas. Nesse sentido, a estruturação genética das populações de Tartarugas-da-Amazônia parece estar relacionada claramente à estruturação geográfica das bacias de drenagem, tanto em escala espacial mais ampla, ligada aos grandes rios (Sites-Jr. *et al.,* 1999), quanto mais restrita, ligada a seus tributários (Valenzuela, 2000). O presente estudo evidencia que uma certa estruturação genética ocorre na espécie mesmo em escala espacial ainda menor, de um único rio ou microbacia hidrográfica. Caso a densidade populacional da espécie fosse significativamente mais baixa, tal padrão poderia ser devido a um "efeito de ninhada" (Verdade, 2001, Murray *et al*., 2013). No entanto, as densidades populacionais em questão parecem relativamente altas (Cantarelli *et al*., 2014). Tal padrão pode então estar associado à possível estrutura metapopulacional, onde subpopulações distintas apresentam algum grau de isolamento geográfico ligado a processos ecológicos (*e.g*., uso de habitat, dieta), com consequências em sua estruturação genética (Stacey *et al.,* 1996). Por sua vez, é a existência de sistemas metapopulacionais da espécie ao longo do território que pode possibilitar, como consequência, um aumento da variabilidade genética de cada subpopulação pela redução da taxa de consanguinidade e introdução de alelos.

Os resultados tanto da atribuição do Structure quanto da análise discriminante de componentes principais (DAPC), bem como a estimativa de taxas de migração, indicam que processos migratórios ocorrem entre todas as subpopulações analisadas. Os valores apresentados na Tabela 11 indicam que as trocas gênicas de indivíduos entre o tabuleiro Jacaré (localizado no rio Trombetas e foco principal do estudo) com o tabuleiro Desengano (Terra Santa) e a Praia Santana (Juruti) são particularmente significativos, apresentando os seguintes índices quanto ao número de indivíduos migrantes: de Trombetas para Juruti: 0.9% dos indivíduos são migrantes; de Juruti para Trombetas: 8,1%; de Trombetas para Desengano: 3,3%; e de Desengano para Trombetas: 1,1%. Tais taxas de migração inter-bacias concordam com o preconizado pela literatura (*e.g*., Sites-Jr. *et al*., 1999; Valenzuela, 2000; Pearse *et al*., 2006), que indicam que as populações da espécie apresentam certo isolamento reprodutivo. No entanto, são sujeitas a trocas genéticas eventuais a partir da migração de alguns poucos indivíduos entre grandes bacias.

A maior conexão registrada no presente estudo refere-se às populações do tabuleiro do Jacaré (rio Trombetas) e o tabuleiro Monte Cristo (rio Tapajós), distantes 523 Km entre si. Este padrão deve-se, muito provavelmente, ao fato de vários exemplares de Tartarugas-da-Amazônia com capacidade reprodutiva estabelecida foram transportadas do Rio Trombetas para o Tabuleiro Monte Cristo na década de 1970, com o intuito de diminuir gradativamente a concentração delas no primeiro rio e concentrar o recrutamento da espécie no segundo (Alfinito *et al*., 1976). Desta forma, esta maior taxa deve ser atribuída a interferências antropogênicas, e não a condições naturais.

## Conclusões

Pelos dados obtidos, portanto, verifica-se que a população de tartarugas do rio Trombetas, objeto do presente estudo, apresenta uma estrutura genética típica para a espécie, participando de um sistema metapopulacional no qual indivíduos originários da mesma população transmitem seus alelos para populações do rio Amazonas e, também, adquirem alelos a partir destas últimas. Esta resposta concorda com o padrão esperado dentre as seis hipóteses possíveis aventadas na concepção desta avaliação, qual seja, a de que "há isolamento parcial das populações, nas quais os estoques genéticos de uma população são verificados em baixas taxas nas demais", gerando a condição metapopulacional onde a região do baixo Trombetas funciona como ponte para a espécie.

Sistemas metapopulacionais detêm grande relevância sob a ótica de conservação de patrimônios genéticos, uma vez que, ao contemplarem estoques gênicos particulares derivados de processos evolutivos específicos, indivíduos de uma subpopulação podem transmitir seus genes a outras subpopulações via reprodução em intervalos maiores do que os observados para a formação de novas gerações em cada população em particular (Begon *et al*., 2007). Caso tais processos de permuta sejam favoráveis, estabelece-se uma nova possibilidade de aumento da variabilidade gênica que, em tese, aumenta a possibilidade de resiliência das populações frente a pressões decorrentes da dinâmica do meio.

A existência de uma estruturação genética típica da população da Tartaruga-da-Amazônia no rio Trombetas e sua participação em um sistema metapopulacional com populações a jusante não implica na completa inexistência de impactos do

tráfego de navios sobre a espécie (em especial na comunicação entre indivíduos), embora seja possível inferir com os resultados desta avaliação que eles sejam de pequena magnitude, pois não se detectou um isolamento genético da população.


### Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Programa Biota / FAPESP (Proc. No. 2006/60954-4). LMV tem uma bolsa de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Proc. No. 312049/2015-3). E por fim, agradecemos ao Prof. Dr. Antonio Figueira pela sua autorização para a utilização do Laboratório de Melhoramento de Plantas no CENA/USP durante o desenvolvimento desse estudo, que foi desenvolvido como parte do projeto Jovem Pesquisador Fapesp da bolsista KLSB (Proc. No. 2012/16266-7).


### Referências Bibliográficas


Alfinito, J.; Vianna, C.M.; Silva, M.M.F.; Rodrigues, H., 1976. Transferência de tartarugas do Rio Trombetas para o Rio Tapajós. Brasil Florestal 7: 49-54.

Allendorf, F. W., 2017. Genetics and the conservation of natural populations: allozymes to genomes. Molecular Ecology 26: 420–430.

Amarasekare, P., 1998. Allee effects in metapopulation dynamics. American Naturalist 152: 298–302.

Avise, J.C., 2000. Phylogeography: The History and Formation of Species. Harvard University Press, Cambridge.

Avise, J.C., 2004. Molecular Markers, Natural History, and Evolution. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.

Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, J.L., 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4ªed. Artmed, Porto Alegre. 740p.

Bowen, B.W.; Witzell, W.N., 1996. Sea Turtle Conservation Genetics. *In*: Bowen, B.W. and W.N. Witzell (Editors). Proceedings of the International Symposium on Sea Turtle Conservation Genetics. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-396, p. 1-8.

Cantarelli, V.H., 2006. Alometria Reprodutiva da Tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*): Bases para o Manejo. Universidade de São Paulo.

Cantarelli, V.H.; Malvasio, A.; Verdade, L.M., 2014. Brazil's *Podocnemis expansa* conservation program: Retrospective and future directions. Chelonian Conservation and Biology 13 (1):124-128. (http://dx.doi.org/10.2744/CCB-0926.1).

Caughley, G., 1994. Directions in Conservation Biology. Journal of Animal Ecology 63:215-244.

Dutton, P.H.; Balazs, G., 1995. Simple biopsy technique for sampling skin for DNA analysis of sea turtles. Marine Turtle Newsletter 69: 9–10.
Earl, D.A.; Vonholdt, B.M., 2012. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing structure output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources 4: 359-361.
Evanno, G.; Regnaut, S.; Goudet, J., 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Molecular Ecology Resources 14:2611-2620.
Ferreira, M.E.; Grattapaglia, D.I., 1998. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. In: Embrapa Cenargen (Ed.). Brasília: EMBRAPA, 220 p.
Gotelli, N.; Kelley, W., 1993. A general model of metapopulation dynamics. Oikos 68**:** 36-44.
Goudet, J. 2005. HIERFSTAT, a package for R to compute and test hierarchical F-statistics. Molecular Ecology Notes 5:184-186.
Guilpin, M.E.; Soulé. M.E., 1986. Minimum viable populations: processes of species extinction. p.19-34. In: Soulé, M.E. [Ed.]. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates. Sunderland, MA, USA.
Jakobsson, M.; Rosenberg, N.A., 2007. CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and multimodality in analysis of population structure Bioinformatics 23:1801-1806.
Jombart, T., 2008. Adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. Bioinformatics 24:1403-1405.
Jombart, T.; Devillard, S.; Balloux, F., 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. Bmc Genetics 11.
Kalinowski, S.T., 2002. Evolutionary and statistical properties of three genetic distances. Molecular Ecology 11: 1263–1273.
Levins, R., 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bulletin of the Entomological Society of the American 15: 237–240.
Lewis, P.O.; Zaykin, D., 2007. Genetic data analysis: computer program for the analysis of allelic data. version 1.0 (d15). Disponível em: <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/plewis/software.php>. Acesso em: 12 dez, 2014.
MacArthur, R.H.; Wilson, E.O., 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press.
Magnusson, W.E., 2014. Uncertainty and the design of *in-situ* and *ex-situ* biodiversity-monitoring-program. Nature Conservation 8:77-94.
Magnusson, W.E.; Lawson, B.; Baccaro, F.; Castilho, C.V.; Castley, J.G.; Costa, F.; Drucker, D.P.; Franklin, E.; Lima, A.P.; Luizão, R.; Mendonça, F.; Pezzini, F.; Schietti, J.; Toledo, J.J.; Tourinho, A.; Verdade, L.M.; Hero, J.M., 2014. Multi-taxa surveys: integrating ecosystem processes and user demands. p. 177-187. *In*: Verdade, L.M., M.C. Lyra-Jorge & C.I. Piña [Eds.]. Applied ecology and human dimensions on biological conservation. Heidelberg: Springer-Verlag.

Missiaglia, A.; Grattapaglia, D., 2006. Plant microsatellite genotyping with 4-color fluorescent detection using multiple-tailed primers. Genetics and Molecular Research 5: 72-78.

Murray, C.M.; Easter, M.; Merchant, M.; Cooper, A.; Crother, B.I., 2013. Can reproductive allometry assess population marginality in crocodilians? A comparative analysis of Gulf Coast American alligator (*Alligator mississippiensis*) populations. Copeia, 2013 (2): 268-276.

O'Brien, S.J.; Roelke, M.E.; Marker, L.; Newman, A.; Winkler, C.A.; Meltzer, D.; Colly, L.; Evermann, J.F.; Bush, M.; Wildt, D.E. 1985. Genetic basis for species vulnerability in the cheetah. Science 227: 1428-1434.

Palomares, F.; Godoy, J.A.; López-Bao, J.V.; Rodríguez, A.; Roques, S.; Casas-Marce, M.; Revilla, E.; Delibes, M., 2012. Possible extinction vortex for a population of Iberian lynx on the verge of extirpation. Conservation Biology 26 (4): 689–697.

Pearse, D.E.; Arndt, A.D., Valenzuela, N.; Miller, B.A.; Cantarelli, V.; Sites-Jr, J.W., 2006. Estimating population structure under non equilibrium conditions in a conservation context: continent-wide population genetics of the giant Amazon river turtle, *Podocnemis expansa* (Chelonia; Podocnemididae). Molecular Ecology 15: 985–1006.

Plummer, M.; Best, N.; Cowles, K.; Vines, K., 2006. CODA: Convergence Diagnosis and Output Analysis for MCMC. R News, 6: 7-11.

Pritchard, J.K.; Stephens, M.; Donnelly, P., 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155: 945-959.

Rambaut, A., Suchard, M.A., Xie, W. et al. (2014) Tracer, v1.6. Disponível em: <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/tracer/>. Acesso em: 25 Fev., 2017.

Raymond, M.; Rousset, F., 1995. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. Journal of Heredity 86: 248-249.

Rohlf, F.J., 1992. NTSYS-pc 1.70: numerical taxonomy and multivariate analysis system. Setauket: Applied Biostatistics. CD-ROM.

Rosenberg, N.A., 2004. DISTRUCT: a program for the graphical display of population structure. Molecular Ecology Notes 4:137-138.

Rousset, F., 2008. Genepop'007: a complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. Molecular Ecology Resources 8:103-106.

Roy, M.; Harding, K; Holt, R.D., 2008. Generalizing Levins metapopulation model in explicit space: Models of intermediate complexity. Journal of Theoretical Biology 255: 152–161.

Schlötterer, C., 2004. The evolution of molecular markers - just a matter of fashion? Nature Reviews Genetics 5:63-69.

Schmeller, D.S.; Julliard, R.; Bellingham, P.J.; Böhm, M.; Brummitt, N.; Chiarucci, A.; Couvet, D.; Elmendorf, S.; Forsyth, D.M.; Moreno, J.G.; Gregory, R.D.; Magnusson, W.E.; Martin, L.J.; McGeoch, M.A.; Mihoub, J.B.; Pereira, H.M.; Proença, V.; Swaay, C.A.M.; Yahara, T.;

Belnap, J., 2015. Towards a global terrestrial species monitoring program. Journal for Nature Conservation 25:51-57.
Schuelke, M., 2000. An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. Nature Biotechnology 18:233-234.
Selkoe, K.A.; Toonen, R.J., 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. Ecology Letters 9: 615-629.
Sites-Jr., J.W.; FitzSimmons, N.N.; Silva-Jr., N.J.; Cantarelli, V.H., 1999. Conservation genetics of the giant amazon river turtle (*Podocnemis expansa*: Pelomedusidae) - Inferences from two classes of molecular markers. Chelonian Conservation and Biology 3: 454-463.
Slatkin, M., 1995. A measure of population subdivision based on microsatellite allele frequencies. Genetics 139: 457-462.
Stacey, P.B.; Johnson, V.A.; Taper, M.L., 1997. Migration within metapopulations: the impact upon local population dynamics. p.267-291. *In*: Hanski, I.A. & M.E. Soulé [Eds.]. Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution. Academic Press. San Diego, CA, USA
Valenzuela, N., 2000. Multiple paternity in the side-neck turtles *Podocnemis expansa*: evidence from microsatellite DNA data. Molecular Ecology 9: 99-105.
van Oosterhout C, Hutchinson WF, Wills DPM, Shipley P (2004) micro-checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. Mol Ecol Notes 4:535–538. doi:10.1111/j.1471-8286.2004.00684.x
Verdade, L.M., 2001. Allometry of reproduction in broad snouted caiman (*Caiman latirostris*). Brazilian Journal of Biology 61:431–435.
Verdade, L.M.; Lyra-Jorge, M.C.; Piña, C.I., 2014. Redirections in conservation biology. p.3-17. *In*: Verdade, L.M., M.C. Lyra-Jorge & C.I. Piña [Eds.]. Applied Ecology and Human Dimensions in Biological Conservation. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany (ISBN 978-3-642-54750-8) (DOI: 10.1007/978-3-642-54751-5_1).
Verdade, L.M.; Zucoloto, R.B.; Coutinho, L.L., 2002. Microgeographic variation in *Caiman latirostris*. Journal of experimental Zoology 294 (4): 387-396.
Villela, P.M.S.; Coutinho L.L.; Piña C.I.; Verdade, L.M., 2008. Macrogeographic genetic variation in broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Journal Experimental Zoology 309A: 628- 636.
Vogt, R.C.; Fagundes, C.K.; Bataus, Y.S.L.; Balestra, R.A.M.; Batista, F.R.W.; Uhlig, V.M.; Silveira, A.L.; Bager, A.; Batistella, A.M.; Souza, F.L.; Drummond, G.M.; Reis, I.J.; Bernhard, R.; Mendonça, S.H.S.T.; Luz, V.L.F., 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7431-repteis-podocnemis-expansa-tartaruga-da-amazonia2.html
Wilson, G.A.; Rannala, B., 2003. Bayesian inference of recent migration rates using multilocus genotypes. Genetics 163.

*Chelus fimbriatus*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 6*

# Riqueza, Hábitats e Aspectos Ecológicos de Quelônios Aquáticos nos Igarapés da Área de Influência da Mineração do Platô Bacaba e Lago Sapucuá, FLONA de Saracá-Taquera, Pará, Brasil

Fernanda Stender de Oliveira
Guilherme Nunes Ferreira
Raissa Fries Bressan
Rafael Silveira Ribeiro
Ivan França e Souza
Sérgio Augusto Abrahão Morato

**Resumo**

A Amazônia brasileira abrange uma região com grande riqueza de quelônios de água doce, contemplando o registro de 17 espécies. Entretanto, o conhecimento sobre a sua história natural é ainda incipiente, condição que dificulta a análise de impactos sobre as populações em função da instalação de empreendimentos e atividades humanas. A FLONA de Saracá-Taquera, localizada no Estado do Pará, consiste em uma Unidade de Conservação na qual são desenvolvidas atividades de mineração de bauxita. Embora o minério seja retirado de platôs, que consistem em áreas elevadas e desprovidas de recursos hídricos, o entorno dos mesmos abrange uma rica rede de pequenos cursos d'água (denominados igarapés), os quais drenam para grandes rios e lagos regionais. Em função da necessidade de se avaliar os impactos da mineração de um desses platôs, denominado Bacaba, um monitoramento de quelônios aquáticos foi realizado ao longo de três anos nos igarapés marginais ao mesmo e em sua foz no lago Sapucuá, localizado nas proximidades do rio Amazonas. Neste estudo são apresentados os resultados desse monitoramento, o qual abrangeu a avaliação da riqueza, da distribuição por diferentes ambientes e outros aspectos ecológicos das espécies de quelônios aquáticos. O objetivou do estudo consistiu em acompanhar mudanças nesses aspectos em resposta a prováveis impactos decorrentes das atividades de implantação e operação do empreendimento minerário do platô Bacaba, de forma a fornecer diretrizes para o manejo e a recuperação ambiental das áreas e das espécies que viessem a ser eventualmente afetadas.

**Abstract**

The Brazilian Amazon covers a region with great wealth of freshwater turtles, contemplating the registration of 17 species. However, the knowledge about the natural history of the species is still incipient, a condition that makes it difficult to analyze impacts on populations due to the installation of human activities and enterprises. The Saracá-Taquera National Forest, located in the northern State of Pará, consists of a Conservation Unit in which bauxite mining activities are developed. Although the ore is removed from plateaus, which consist of elevated and deprived areas of water resources, the surrounding area covers several small watercourses (called igarapés), which drain into large rivers and regional lakes. Due the need for evaluating the impacts of the mining of one of these plateaus, called Bacaba, an aquatic turtles monitoring was carried out over three years in the marginal igarapés and at its mouth in the Sapucuá lake, located in the vicinity of the Amazon river. The study shows the results of the monitoring, including the evaluation of the richness, the distribution by different environments and other ecological aspects of the aquatic turtles species. The objective of the study was to monitor changes in these aspects in response to probable impacts resulting from the activities of the Bacaba mining project implementation and operation, in order to provide guidelines for the environmental management and recovery of areas and species that could be affected.

## Introdução

Os quelônios constituem répteis pertencentes à Ordem dos Testudines. Tiveram sua origem entre os Amniota do Carbonífero Superior e tornaram-se bem-sucedidos no final do período Triássico (Pritchard, 1967).

Atualmente, os Testudines reúnem duas Subordens: os Cryptodira, que retraem a cabeça verticalmente dentro da carapaça, e os Pleurodira, animais que retraem o pescoço horizontalmente (Pritchard, 1967). Os Cryptodira são constituídos pelas famílias Carettochelyidae, Cheloniidae, Chelydridae, Dermatemydidae, Dermochelyidae, Geoemydidae, Kinosternidae, Platysternidae, Testudinidae, Trionychidae e Emydidae, enquanto os Pleurodira estão representados pelas Famílias Chelidae, Pelomedusidae e Podocnemididae (Fritz & Havas, 2006).

Cerca de 80% da fauna mundial de quelônios é formada por espécies da Subordem Cryptodira e apenas 20% pela Subordem Pleurodira (Martins & Molina, 2008). No Brasil, dois terços das espécies pertencem à Subordem Pleurodira e apenas um terço à subordem Cryptodira. Esses valores colocam o Brasil

em posição de destaque, sendo o país com maior biodiversidade de Pleurodira, juntamente com a Austrália (Martins & Molina, 2008).

Dentre as 317 espécies de quelônios do mundo, 53 ocorrem na América do Sul, somando 16% de toda a diversidade do grupo (Souza, 2004; Catalogue of Life, 2012). No Brasil são conhecidas 36 espécies de quelônios (Costa & Bérnils, 2015), sendo cinco espécies marinhas, duas exclusivamente terrestres e 29 de água doce. Embora a fauna brasileira de quelônios seja pouco diversa, se comparada à da América do Norte e outros continentes (v. Vogt, 2008), ela é expressiva quanto à representatividade de suas famílias com relação à fauna mundial, pois responde por 37% da família Chelidae e 62,5% da família Podocnemididae (Souza & Molina, 2007).

A família Chelidae é a mais rica, com 23 espécies, das quais 20 ocorrem no Brasil (Souza, 2004; Costa & Bérnils, 2015). Os representantes dessa família consistem predominantemente em espécies aquáticas, geralmente saindo da água somente para assoalhar ou para depositar seus ovos (Souza, 2005). A família Podocnemididae é a segunda mais rica, representada por cinco espécies ocorrentes no Brasil, todas exclusivamente aquáticas e consideradas as maiores tartarugas da Amazônia (Bartlett & Bartlett, 2003).

A Amazônia brasileira abriga pelo menos 17 das 26 espécies de quelônios de água doce que ocorrem no Brasil (Avila-Pires *et al.*, 2007). Estas espécies estão distribuídas em cinco famílias: Emydidae (*Trachemys adiutrix*); Podocnemididae (*Podocnemis expansa, P. unifilis, P. sextuberculata, P. erythrocephala* e *Peltocephalus dumerilianus*); Chelidae (*Chelus fimbriatus, Platemys platycephala, Rhinemys rufipes, Mesoclemmys gibba, M. heliostemma; M. nasuta, M. raniceps, Phrynops tuberosus* e *P. geoffroanus*), Kinosternidae (*Kinosternon scorpioides*) e Geoemydidae (*Rhinoclemmys punctularia*; Vogt, 2008; Costa & Bérnils, 2015). Para a bacia do médio rio Amazonas, não há o registro de três espécies: *Trachemys adiutrix, Phrynops tuberosus* e *Mesoclemmys heliostemma* (ver Vanzolini, 1995; McCord et al., 2001; Bour & Zaher, 2005; Leite, 2010). Assume-se, portanto, que para a região de estudo possam ocorrer 14 espécies de quelônios de água doce (Vogt, 2008).

O conhecimento sobre a história natural da maioria das espécies de quelônios amazônicos é ainda incipiente (Souza & Molina, 2007), o que dificulta abordagens mais amplas sobre vários aspectos ecológicos dessas espécies, que são primordiais em planos de manejo e conservação (Souza, 2004). A conservação de qualquer ecossistema requer o conhecimento básico sobre seus organismos, incluindo histórias de vida e variações no tamanho e densidade de suas populações (Vanzolini, 2003). Tais estudos sobre dinâmica de populações são particularmente relevantes para quelônios, pois a baixa capacidade de dispersão, longevidade, densidade e biomassa elevada para muitas espécies (Souza & Abe, 2000) permitem que suas populações sejam estruturadas em uma pequena escala do ambiente e também possibilitam o acompanhamento de oscilações no tamanho dessa população (número de indivíduos) ao longo do tempo (Souza *et al*., 2002).

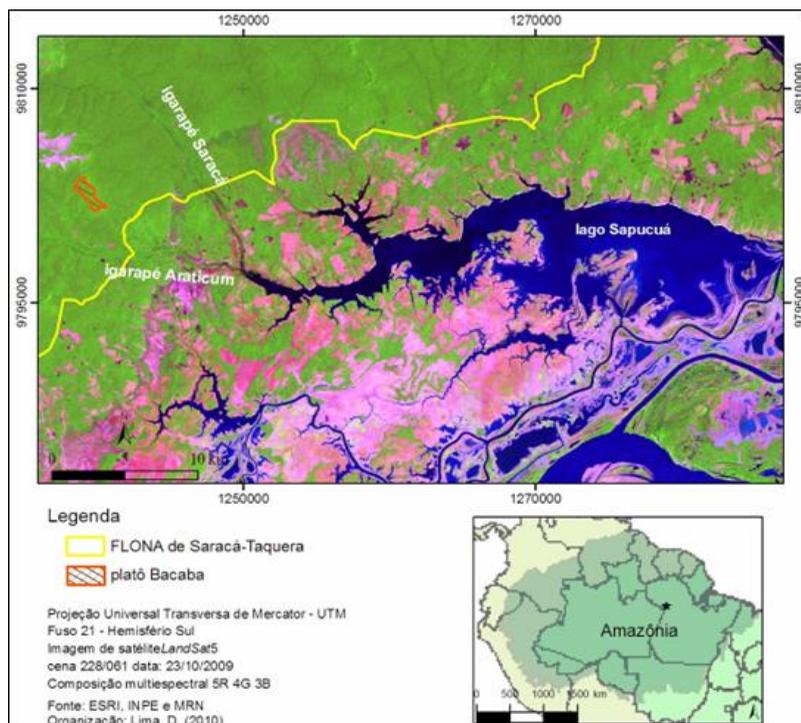
Neste estudo são apresentados os resultados de três anos de monitoramento dos quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do Platô Bacaba e no Lago Sapucuá, localizado no município de Oriximiná, Pará, Brasil. Esse estudo objetivou acompanhar o comportamento das comunidades de quelônios aquáticos em resposta a prováveis impactos decorrentes das atividades de implantação e operação do empreendimento minerário do platô Bacaba, na FLONA de Saracá-Taquera, de forma a fornecer diretrizes para o manejo e a recuperação ambiental das áreas que viessem a ser eventualmente afetadas.

## Material e Métodos

O monitoramento de quelônios da área de influência do platô Bacaba, situado na FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, foi realizado na região considerada susceptível a alterações decorrentes das atividades relacionadas à extração de bauxita no referido platô. Tal área abrange os igarapés com maior ordem hierárquica, Araticum e Saracá, e o Lago Sapucuá, que recebe as águas das microbacias que drenam do platô Bacaba (Figura 1).

A bibliografia para obtenção de dados secundários relativos à fauna de quelônios da região de estudo é razoavelmente bem documentada. Dentre os levantamentos na região em apreço, destacam-se os seguintes: Alfinito *et al*., 1976; Alho *et al*., 1979; Pádua, 1981; Pádua & Alho, 1982; Pádua *et al*., 1983; IBDF & FBCN, 1982; Eletronorte, 1989; Hoogmoed & Avila-Pires, 1990; Zwing & Young, 1990; Vogt *et*

*al*., 1994; BRANDT, 2001; Haller, 2002; Galatti *et al*., 2003, 2008; Rodrigues, 2003; Vanzolini, 2003; Bonach, 2004; MMA, 2004; Moretti, 2004; Haller & Rodrigues, 2005; Haller & Rodrigues, 2006; IBAMA, 2006; Vogt, 2008; Avila-Pires, 2010. Tais referências foram consultadas para fins de padronização de métodos amostrais e predição das possibilidades de ocorrência de espécies.

**Figura 1 – Área de monitoramento de quelônios aquáticos na região dos igarapés circundantes ao Platô Bacaba e no Lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Os trabalhos de campo para a caracterização da fauna de quelônios foram realizados com esforço amostral de dois pesquisadores e dois colaboradores ao longo de seis fases de campo entre os anos de 2010 e 2012. Cada fase foi desenvolvida ao longo de 10 dias de trabalho, e tiveram como principais finalidades o reconhecimento das principais áreas de ocorrência

das espécies e a identificação de seus nichos; a marcação dos indivíduos e sua posterior recaptura e a identificação das áreas de maior pressão e as prioritárias para conservação.

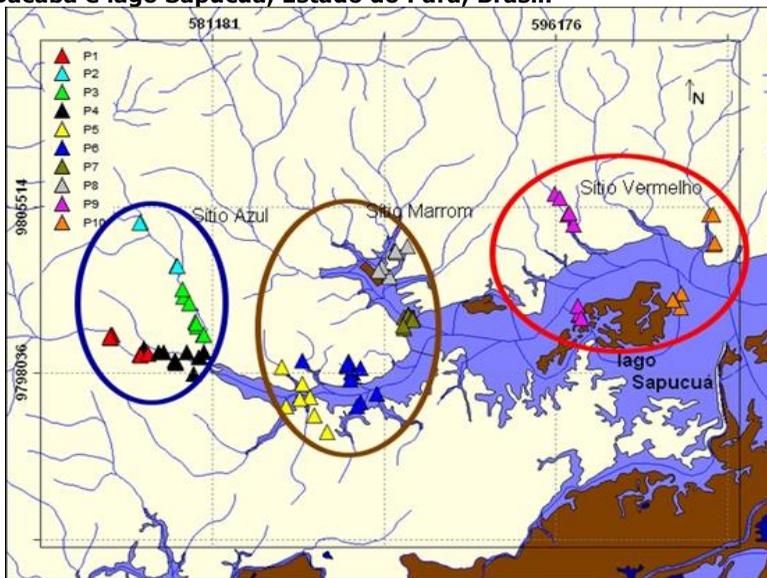
Para o estudo, três sítios amostrais foram pré-estabelecidos, conforme seguem: 1. Azul, compreendendo os igarapés Saracá, Patauá e Araticum; 2. Marrom, compreendendo área de transição entre os igarapés e o lago Sapucuá (baías I e II); e 3. Vermelho, considerado como área controle e abrangendo as proximidades das comunidades São Pedro, Casinha e Ajará. Tais sítios foram subdivididos em 10 pontos amostrais segundo as condições mais específicas da paisagem e possibilidades de acesso (Tabela 1). No Sítio Azul localizaram-se os pontos amostrais P1, P2, P3 e P4, no Sítio Marrom os pontos P5, P6, P7 e P8 e no Sítio Vermelho os pontos P9 P10 (Figura 2). Em cada ponto foram estabelecidas as amostragens de quelônios conforme métodos detalhados a seguir.

**Tabela 1 – Localização dos pontos amostrais de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

| Ponto | Localidade | Localização Central (UTM; 21M) | Descrição do ambiente |
|---|---|---|---|
| 1 | Igarapé Araticum | 576842/9799768 | Igarapés e igapós |
| 2 | Igarapé Patauá | 578051/9804845 | Igarapés e igapós |
| 3 | Igarapé Saracá | 579921/9801511 | Igarapés e igapós |
| 4 | Foz do Igarapé Araticum | 579579/9798490 | Lago Sapucuá |
| 5 | Baía I | 585142/9797567 | Lago Sapucuá |
| 6 | Baía II | 587262/9798094 | Lago Sapucuá |
| 7 | Lago Sapucuá | 589938/9800577 | Lago Sapucuá |
| 8 | Comunidade Casinha | 589239/9803465 | Igarapé |
| 9 | Comunidade São Pedro | 596162/9806131 | Igarapé e lago Sapucuá |
| 10 | Comunidade Ajará | 603167/9803937 | Igarapé e lago Sapucuá |

Em cada ponto amostral foi instalado, desde que houvesse condições para tal (especialmente dentro dos igarapés, pontos 1 e 2), um conjunto de armadilhas: uma "Hoop trap", uma "Fyke net" e duas malhadeiras. Este conjunto de armadilhas

(malhadeiras, “Fyke net” e “Hoop trap”) foi disposto nos Sítios Azul, Marrom e Vermelho da área de estudo.

**Figura 2 – Sítios e pontos amostrais para monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

A “Hoop trap” é uma armadilha do tipo covo, com dois aros e duas câmaras, com 80 cm de diâmetro de abertura (Legler, 1960). Os covos foram armados em paralelo a uma das margens, com o funil direcionado contra a correnteza, procurando manter o aro de entrada totalmente assentado sobre o fundo e a extremidade oposta fora da água, para permitir que os animais capturados pudessem respirar (Figura 3A). Iscas apodrecidas de frango, peixe, sardinha, ração para gato e mandioca foram mantidas em um recipiente plástico com perfurações e preso na câmara oposta à entrada, para atrair os indivíduos. Na estação chuvosa, as iscas foram, na medida do possível, substituídas por uma mistura de frutos fermentados (*Mauritia flexuosa*, buriti e *Leopoldinia pulchra*, jará). Já na estação seca optou-se por utilizar mais a mandioca, em virtude de não haver árvores próximas em período de frutificação. Essa armadilha era revisada duas vezes ao dia (às 8:00h e 18:00 h).

A “Fyke net” consiste em uma armadilha em formato de funil com entrada simples (ver Fachín-Terán & Vogt, 2004). Essa armadilha possui 10 m de comprimento e são compostas em cada extremidade por três aros de alumínio de 1,5 m de diâmetro, revestidos por redes que alcançam as margens dos igarapés e direcionam os animais para dentro do funil de onde não conseguem sair (Figura 3B). Iscas apodrecidas de frango, peixe, sardinha, ração para gato e mandioca foram mantidas em um recipiente plástico com perfurações e preso na câmara oposta à entrada, para atrair os indivíduos. Na estação chuvosa, as iscas foram, na medida do possível, substituídas por uma mistura de frutos fermentados (*Mauritia flexuosa*, buriti e *Leopoldinia pulchra*, jará). Já na estação seca optou-se também por utilizar mais a mandioca, em virtude de não haver árvores próximas em período de frutificação. Essa armadilha também era revisada duas vezes ao dia (às 8:00h e 18:00 h).

As malhadeiras foram confeccionadas com malhas triplas e com 100m de comprimento cada, a fim de capturar tanto os indivíduos maiores como os menores (Figura 3C). Foram instaladas duas malhadeiras por ponto amostral, as quais eram revisadas impreterivelmente a cada duas horas, a fim de evitar possíveis afogamentos dos animais. As malhadeiras foram instaladas às 7:00h e retiradas às 19:00h diariamente. O uso dessas armadilhas é o método aceito e regularmente utilizado para a captura de quelônios (v. Batistella; 2008; Chessman, 1986; Horta, 2008; Iverson, 1989; Legler, 1960; Spencer, 2001; Tucker, 1994; Tucker & Moll, 1997). Nesses estudos de ecologia e conservação de quelônios, que utilizaram deste método, os autores não relataram danos aos animais. Na segunda e quarta campanhas (estação seca), as malhadeiras de 100 m dos pontos P1, P2, P3 e P4 foram substituídas por malhadeiras de igapós, de 20 m (Figura 3D), devido à impossibilidade de instalação das malhadeiras com 100 m.

Além das armadilhas, também foram realizadas procuras ativas (PA), que correspondem a incursões nas margens dos igarapés amostrados, seguindo os métodos propostos por Vanzolini *et al*. (1980). Esse método consiste em caminhadas e incursões por barcos, durante as quais os ambientes são explorados visualmente, havendo inspeção de tocas, serapilheira, locais abrigados, troncos caídos e nos mais variados ambientes (Figura 3E). Durante a segunda, quarta e sexta campanhas, que contemplaram o início da temporada de desova de algumas

espécies (por ex.: *Podocnemis unifilis*), foram realizadas incursões noturnas pelas praias do lago Sapucuá para a visualização de rastros e eventuais posturas.

Outros métodos utilizados e considerados registros válidos foram aqueles realizados visualmente; captura manual ou ainda através de evidências indiretas, como carapaças, cascas de ovos, ninhos, carcaças, ou qualquer outro indício que permitisse a identificação confiável do animal relacionado (Figura 3F). Outro recurso utilizado foi entrevistar os moradores locais, procurando fazer com que estes se manifestassem livremente sobre os quelônios que costumam ver e suas características diagnósticas (Figura 3G). Essas entrevistas com a comunidade e com pessoas conhecedoras da região fornecem informações valiosas sobre as áreas de maior concentração de animais ou da existência de espécies não obtidas pelos demais métodos aqui expostos. Também foram visitados alguns tanques, com quelônios criados em cativeiro, financiados pelo Programa da MRN - Pé de Pincha (Figura 3H).

O procedimento adotado para o monitoramento foi o de "captura-marcação-recaptura". Após serem retirados manualmente das armadilhas (Figura 4A), os exemplares foram acondicionados em sacos de algodão e em caixas plásticas e molhados a cada meia hora. A seguir foram medidos, pesados, sexados e marcados individualmente (adaptado de Cagle, 1939; Layfield *et al*., 1988; Rueda-Almonacid *et al*., 2007).

O sexo foi determinado por características do plastrão, pelo posicionamento da cloaca e pelo comprimento da cauda (Ernst & Barbour, 1989). Os indivíduos sem características sexuais secundárias foram considerados juvenis. A presença de ovos foi verificada pela apalpação da região inguinal entre o membro posterior e o casco do animal (Rueda-Almonacid *et al*., 2007).

As medidas foram tomadas com trenas plásticas: altura, largura e comprimento retilíneo da carapaça; largura e comprimento reto do plastrão (Figuras 4B, 4C e 4D), de acordo com Souza (1995). A massa corporal foi medida com dinamômetros de precisão (Pesola®; Figura 4E) e marcados, de forma visível, com furos nos escudos marginais da carapaça (Figura 4F).

***Figura 3 – Procedimentos adotados para captura de indivíduos durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) Armadilha "Hoop trap"; B) Armadilha "Fyke net"; C) Malhadeira tripla de 100 m; D) Malhadeira simples de igapó de 20 m; E) Procura ativa por exemplares termorregulando em troncos expostos na vegetação; F) Plastrão queimado de *Podocnemis unifilis*; G) Entrevista com moradores locais; H) Tanque de quelônios do Projeto Pé de Pincha da Comunidade de Ascensão (Fotos: F Stender de Oliveira).

A partir da segunda campanha todos os indivíduos foram marcados individualmente com anilhas de metal no 11° ou 12° escudo (Figura 4G). Os exemplares devidamente anilhados foram então acondicionados em tanques de 500 litros, sendo soltos no mesmo dia ou no dia seguinte, no mesmo local da captura.

Marcas naturais, a exemplo de cicatrizes e marcações utilizadas na REBIO Trombetas e no Pé de Pincha, também foram anotadas e fotografadas de forma a facilitar o reconhecimento posterior dos espécimes, uma vez que as marcações poderão ser danificadas em função de tentativas de predação (*e.g.* Manzani *et al.,* 1993).

Todos os dados biométricos foram anotados em fichas individuais (*v*. Rueda-Almonacid *et al.,* 2007), assim como as anotações gerais como local, coordenadas, datas, horário, habitat ocupado, substrato, indícios de reprodução (ovos, casais, ninhos, juvenis, etc.) e comportamento (assoalhando ou não). A nomenclatura científica utilizada seguiu aquela utilizada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (Costa & Bérnils, 2015).

Na análise dos dados obtidos em campo, os seguintes parâmetros foram avaliados:

*Curva do Coletor*

As curvas de acumulação de espécies ou curvas do coletor são um excelente procedimento para avaliar o quanto um inventário se aproxima de capturar todas as espécies da área de estudo. A curva formada exibe o seguinte padrão: uma curva inicial ascendente de crescimento acelerado, que prossegue cada vez mais devagar de acordo com o aumento do esforço amostral até formar um platô ou assíntota (Martins & Santos, 1999). Quando a curva se estabiliza (ponto assintótico), aproximadamente a riqueza total da área foi amostrada (Santos, 2004).

Como a riqueza de espécies observada está diretamente relacionada ao tamanho da amostra (Lande *et al*., 2000) e tende a aumentar à medida que aumenta o tamanho da área (Ricklefs, 2003, Tocher *et al*., 1997), a riqueza de quelônios encontrada nos igarapés e no lago Sapucuá foi objetivamente comparada com os estimadores de riqueza e pelo método de rarefação, que plota a riqueza de espécies *versus* o tamanho da amostra (Lande *et al.,* 2000). O método de rarefação padroniza o tamanho das amostras pela construção de diversas curvas de riqueza por

adição aleatória das amostras, gerando curvas padrões para cada área. São então comparadas as assíntotas destas curvas, com relação ao esforço amostral necessário para a estabilização. Cada ponto amostral na curva de rarefação é o resultado de 5.000 aleatorizações na matriz observada, apresentado juntamente com os intervalos de confiança a 95%. Quando houver intersecção entre as curvas das diferentes áreas estudadas ou a curva de rarefação ocorrer dentro do intervalo de confiança de uma curva adjacente, a riqueza das áreas pode ser considerada como não significativamente diferente. As curvas de rarefação para as áreas foram construídas utilizando-se o programa EstimateS (Colwell, 2005), segundo o método de rarefação por interpolação baseada na amostra (Colwell *et al.,* 2003).

*Estimativa de Riqueza*

Os estimadores de riqueza, embora se baseiem no número de espécies raras na amostra para o cálculo do número de espécies, permitem também o cálculo de intervalos de confiança (Santos, 2003; Walther & Morand, 1998), fornecendo outro parâmetro para a comparação da riqueza entre habitats. Dos estimadores disponíveis na literatura, utilizou-se o JackKnife, descrito em Krebs (1999), pela seguinte fórmula: $S = s + [(n - 1) / n]k$. Onde S é a estimativa Jackknife da riqueza das espécies; s corresponde ao número total de espécies encontradas em n dias; n, portanto é o número de dias amostrados e k é o número total de espécies únicas (ocorrem em somente um dia). Para a análise dos dados foi utilizado o programa EstimatesS 8.0 (Colwell, 2005).

*Índice de Diversidade de Shannon-Weiner*

A partir dos dados quantitativos foi feita uma média do número observado nos ambientes amostrados e assim calculado o índice de diversidade pelo método de Shannon-Wiener e de equitabilidade pela relação H/Hmax, ambos descritos em Krebs (1999). Para estes cálculos utilizou-se o programa Biodiversity Pro, disponível pela Internet.

***Figura 4 – Procedimentos adotados para avaliação biométrica e marcação de indivíduos durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) Captura na malhadeira de um exemplar de *Podocnemis erythrocephala*; B) Medida do comprimento da carapaça de *Peltocephalus dumerilianus*; C) Medida da altura da carapaça de *Podocnemis unifilis*; D) Medida do comprimento reto do plastrão de *Podocnemis sextuberculata*; E) Medição da massa corporal de *Podocnemis unifilis*; F) Exemplo de marcação número 29 de um exemplar de *Podocnemis erythrocephala*; G) Marcação individual com anilha de metal (Fotos: A-D, F-G: F Stender de Oliveira; E) SAA Morato).

*Análise de Similaridade*

O índice de similaridade utilizado foi o coeficiente binário de similaridade de Jaccard, descrito por Magurran (1988), utilizando-se o programa Biodiversity PRO. Foi calculada para a fauna de quelônios a similaridade das fisionomias amostradas pela composição de espécies, utilizando a presença e a ausência de cada uma. Os índices foram agrupados ("clustering") em um dendrograma pelo método de média não ponderada UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages; Krebs, 1999).

## Resultados e Discussão

*Riqueza e Composição de Espécies*

Toda a bacia amazônica abriga 17 espécies de quelônios de água doce (Rueda-Almonacid *et al*., 2007), sendo que, para a região da FLONA de Saracá-Taquera, conta-se com a presença de pelo menos 11 (Morato *et al*., 2014; ver também Capítulo 1).

Ao longo de três anos de monitoramento, foram registradas oito espécies de quelônios aquáticos, ou seja, 72,7% das espécies ocorrentes na região de estudo. As oito espécies verificadas pertencem a três famílias: Geoemydidae (*Rhinoclemmys punctularia*), Chelidae (*Chelus fimbriatus* e *Mesoclemmys gibba*) e Podocnemididae (*Peltocephalus dumerilianus; Podocnemis erythrocephala; P. expansa; P. sextuberculata* e *P. unifilis* (Figura 5).

Todas as espécies registradas possuem ampla distribuição geográfica na Bacia Amazônica (Pritchard & Trebbau, 1994), sendo que nenhuma das espécies é endêmica da região em apreço.

*Abundância*

Ao longo de todo o estudo, a espécie mais abundante foi *Podocnemis unifilis* com 224 exemplares verificados, seguido por *P. erythrocephala* com 131 indivíduos. A espécie *Peltocephalus dumerilianus* somou 24 exemplares, seguida por *Podocnemis sextuberculata* com 12. A tartaruga-da-amazônia *P. expansa* contou com oito indivíduos e o matá-matá *Chelus fimbriatus* com quatro. A perema *Rhinoclemmys punctularia* e o cágado-das-poças-das-florestas *Mesoclemmys gibba* apresentaram somente um indivíduo cada (Figura 6).

**Figura 5 – Espécies registradas durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: A) *Rhinoclemmys punctularia*; B) *Mesoclemmys gibba*; C) *Chelus fimbriatus*; D) *Peltocephalus dumerilianus*; E) *Podocnemis erythrocephala*; F) *Podocnemis expansa*; G) *Podocnemis sextuberculata*; H) *Podocnemis unifilis* (Fotos: A,C,D,G,H - SAA Morato; B,E,F: F Stender de Oliveira).

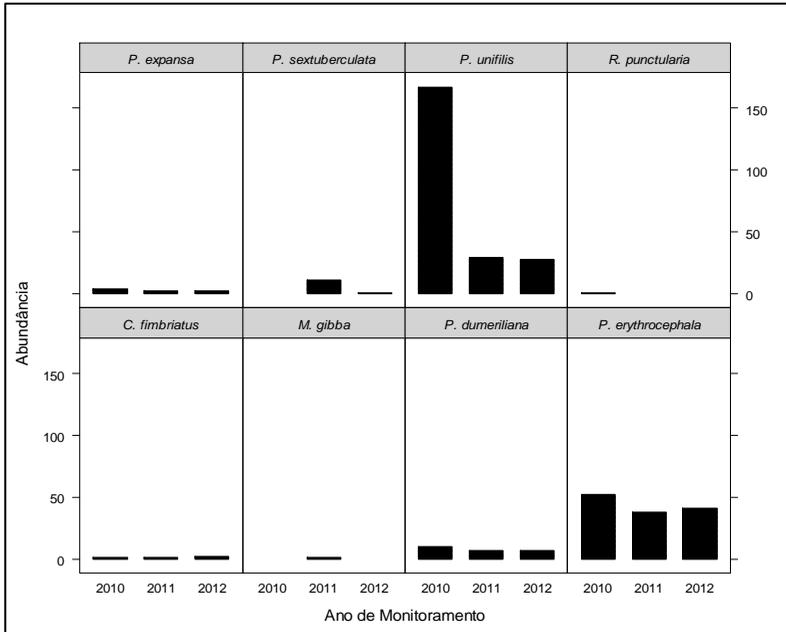
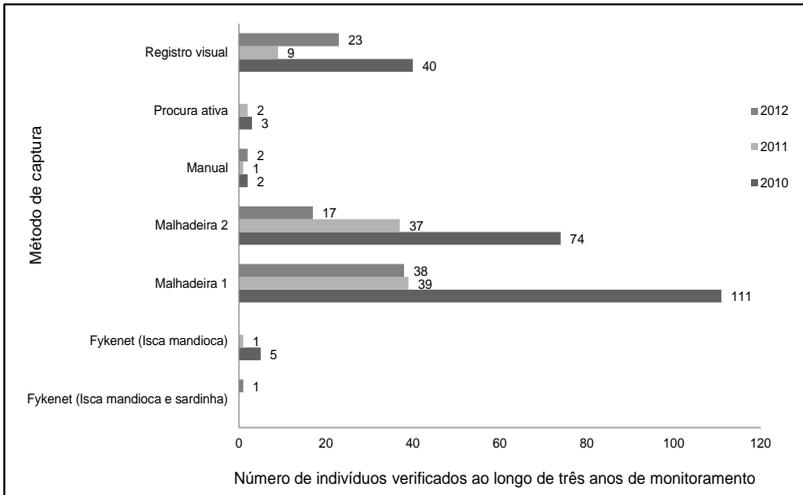
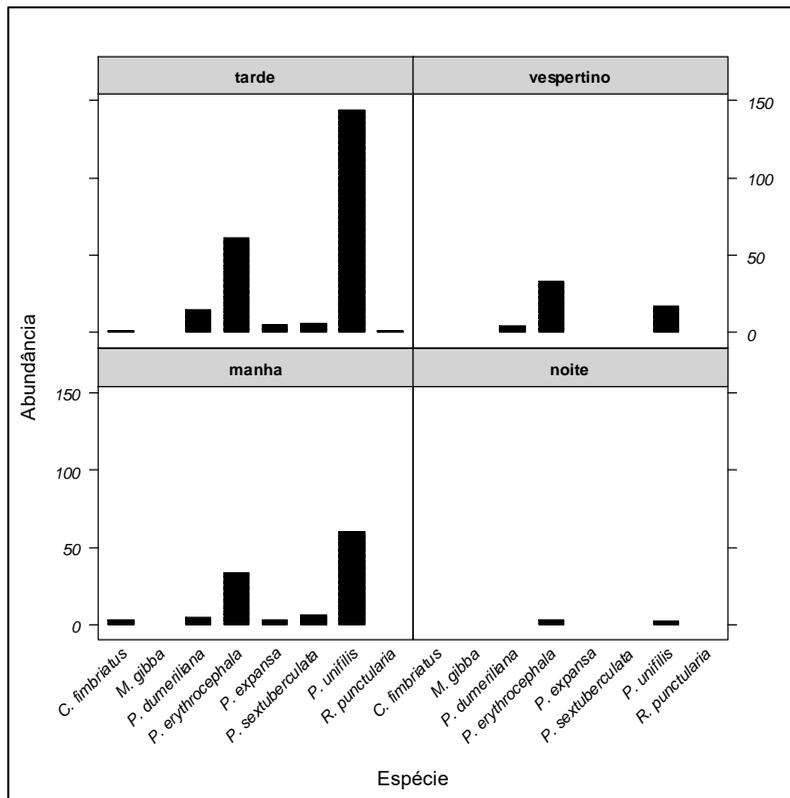
**Figura 6 – Riqueza e abundância das espécies registradas durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Com relação aos métodos empregados no monitoramento, as malhadeiras foram responsáveis pela captura de 316 exemplares. As armadilhas “Fyke net” somaram ao todo sete indivíduos e as “Hoop trap” não foram eficientes, pois não registraram exemplares durante todo o monitoramento. O método registro visual foi responsável pelo acréscimo de 72 indivíduos; o método de captura manual e o método procura ativa registraram cinco espécimes cada (Figura 7). Ao todo, portanto, foram verificados (capturados ou registrados visualmente) um total de 405 exemplares durante os três anos de monitoramento.

**Figura 7 – Eficiência dos métodos amostrais utilizados nos três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

*Aspectos Ecológicos*

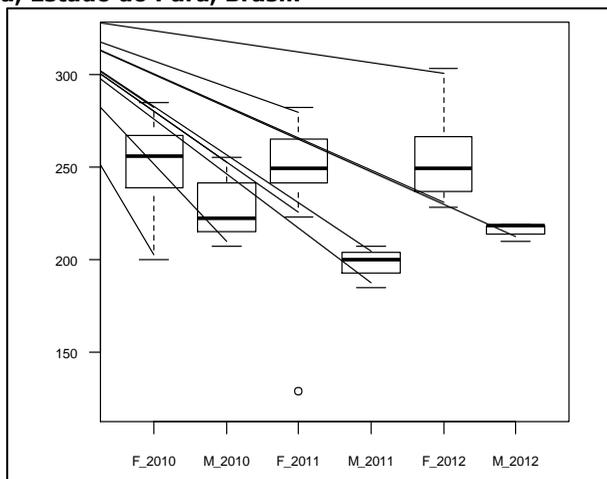
O período da tarde foi o mais rico, registrando sete espécies, enquanto o noturno foi o menos diverso, com somente duas espécies verificadas. Contudo, cabe ressaltar que o período noturno (após às 20:00h) não foi o foco do estudo em questão por envolver diversos riscos, e sua coleta foi somente exporádica.

Com relação à abundância, a maioria dos indivíduos (n=233) foi verificada durante a tarde, que corresponde ao período das 12:01h às 17:00h. Este período foi seguido pelo matutino (7:00h às 12:00h) com 111 registros. O período vespertino, das 17:01 às 20:00, foi responsável pela captura de 54 exemplares. O período noturno registrou cinco exemplares (Figura 8).

Nos três anos de monitoramento, foram constatadas quatro fêmeas ovadas, demonstrando que o período de estudos não foi condizente com o ápice da reprodução.

**Figura 8 – Riqueza e abundância das espécies em relação ao período do dia em que foram registrados durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

As fêmeas de *Podocnemis erythrocephala* apresentaram o tamanho do comprimento retilíneo da carapaça maior que os machos. Esta diferença ao longo dos três anos de monitoramento foi significativa ($t = 5.0234$; g. l. = 64; $p < 0.0001$; Figura 9).

As fêmeas de *Podocnemis erythrocephala* são mais robustas que os machos e esta diferença foi significativa ao longo dos três anos de monitoramento ($t = 5.1015$; g. l. = 73; $p < 0.0001$; Figura 10).

**Figura 9 – Comprimento retilíneo da carapaça (mm) em machos e fêmeas adultos de *Podocnemis erythrocephala* capturados durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: F = Fêmeas; M = Machos; Círculos vazios = Outliers.

Em *Podocnemis unifilis* houve dimorfismo sexual com relação ao comprimento retilíneo da carapaça (t = 5.5882; g. l. = 116; $p < 0.0001$), sendo as fêmeas maiores que os machos (Figura 11). As fêmeas apresentaram também diferenças significativas de robustez em relação aos machos, sendo estatisticamente mais pesadas (t = 5. 3113; g. l. = 97; $p < 0.0001$; Figura 12).

Portanto, o comprimento retilíneo da carapaça de *P. erythrocephala* e *P. unifilis* foi estatisticamente diferente entre os sexos, com as fêmeas maiores que os machos, padrão observado por diversos autores em diversas espécies (por ex. Fachín-Teran & Vogt, 2004 para *P. unifilis*). O dimorfismo sexual pode refletir em importante fator na interação social, diminuindo a competição. Em algumas espécies para as quais as fêmeas são maiores, a dieta pode ser diferente e o maior tamanho corpóreo das fêmeas pode aumentar seu sucesso reprodutivo, possibilitando maiores posturas (Ruane *et al*., 2008).

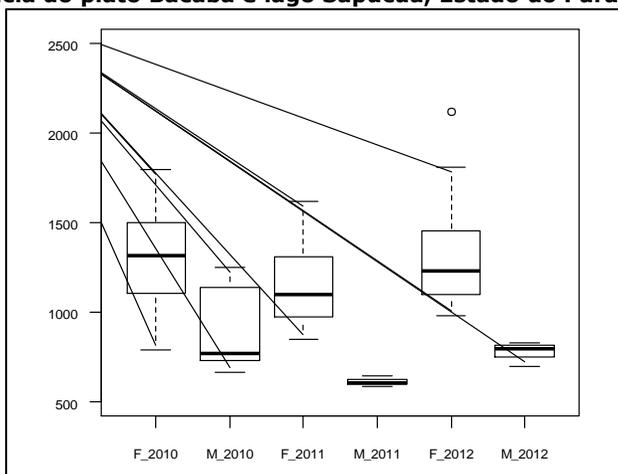
**Figura 10 – Robustez (g) em machos e fêmeas adultos de *Podocnemis erythrocephala* capturados durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: F = Fêmeas; M = Machos; Círculos vazios = Outliers.

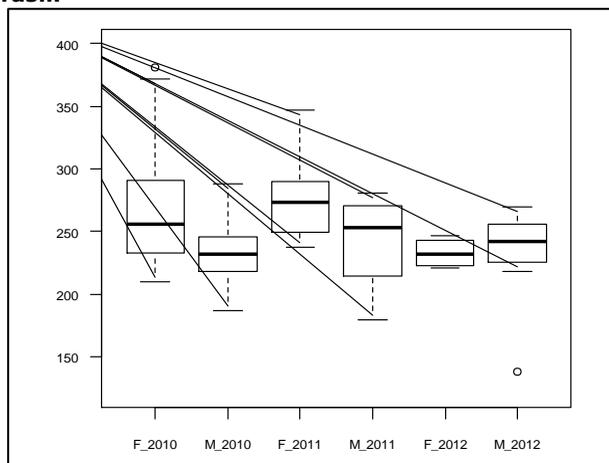
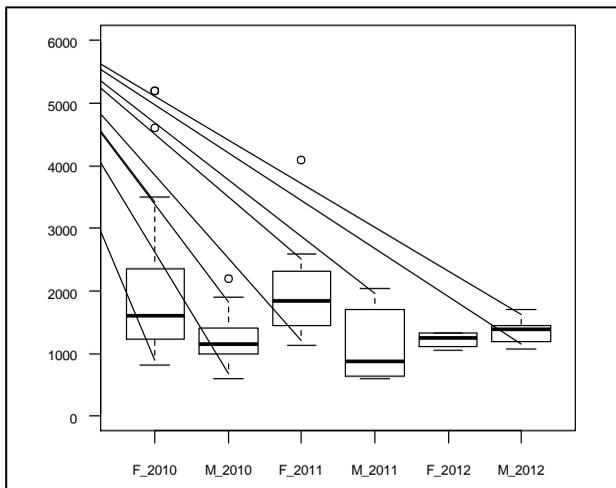
**Figura 11 – Comprimento retilíneo da carapaça (mm) em machos e fêmeas adultos de *Podocnemis unifilis* capturados durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: F = Fêmeas; M = Machos; Círculos vazios = Outliers.

**Figura 12 – Robustez (g) em machos e fêmeas adultos de *Podocnemis unifilis* capturados durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

Legenda: F = Fêmeas; M = Machos; Círculos vazios = Outliers.

*Análise da Eficiência do Esforço Amostral*

A curva de acumulação de espécies, ou do coletor, mostra leve tendência à estabilidade (Figura 13), com futura possibilidade de elevação na riqueza ao longo do tempo. A curva demonstra que o número de espécies observadas está chegando próximo ao que corresponderia ao total da riqueza esperada para a área de estudo, pois não houve mudanças na riqueza de espécies entre o segundo (n=8) e o terceiro (n=8) anos do estudo. Este fato é esperado, uma vez que trabalhos com a herpetofauna demandam sempre estudos em longo prazo para que se possa atingir o conhecimento pleno sobre a riqueza de espécies de uma dada região (*e.g.,* Martins & Oliveira, 1998; Sawaya *et al.,* 2008). Na maioria dos estudos, principalmente em ecossistemas tropicais, as curvas de acumulação não se estabilizam (Santos, 2004) e, desta forma, espécies raras tendem a ser registradas somente com a continuidade do esforço de coleta.

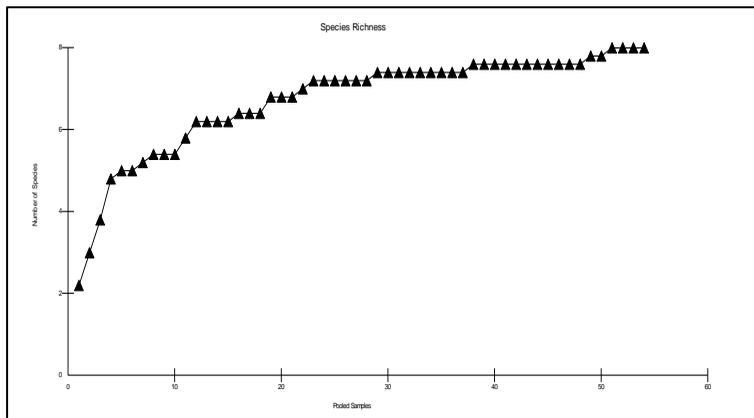
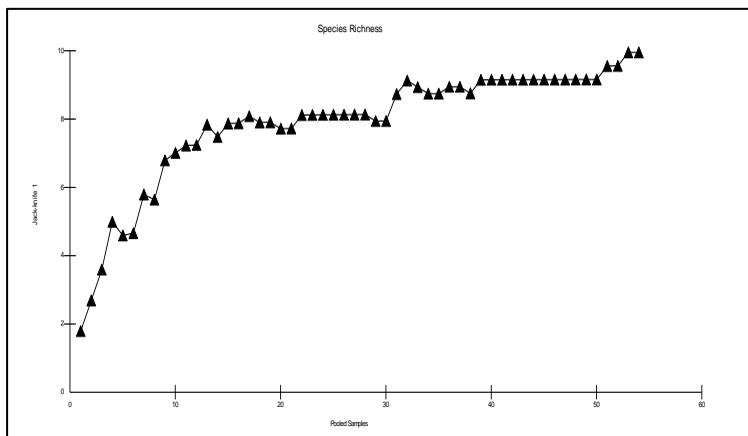
**Figura 13 – Número acumulativo de espécies registradas no monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

A estimativa de riqueza de espécies para o monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área deestudo, segundo o índice de Jackknife 1, foi de 9,96 espécies (Figura 14). De acordo com esse índice, a riqueza observada nos três anos foi próxima à esperada pelo estimador de riqueza.

**Figura 14 – Quantidade máxima de espécies esperadas (9,96 espécies; Jackknife 1) a partir dos três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

*Distribuição das Espécies na Área de Estudo*

Os Sítios amostrais com a maior riqueza de espécies de quelônios coletados ou registrados visualmente durante o monitoramento foram os Sítios Azul e Marrom, ambos com cinco espécies. O Sítio Vermelho (tido como controle) apontou três espécies.

O Sítio Marrom foi o mais abundante, registrando 218 indivíduos, seguido pelo Azul, com 146. O Sítio Vermelho verificou 40 indivíduos ao longo do monitoramento (Figura 15).

Com relação aos pontos amostrais, os pontos P8, P4, P2 e P1 apresentaram a maior riqueza, com quatro espécies, seguido dos pontos P3, P5, P6 e P9 com o registro de três espécies em cada um. O P7 somou duas espécies e o ponto amostral com a menor riqueza de quelônios registrada foi o ponto P10 com apenas uma (Figura 16).

Quanto à abundância, os pontos amostrais P6, P4 e P7 foram os mais abundantes, seguidos pelos pontos P5, P3 e P2, de abundância intermediária. Por último os pontos P9, P8, P10 e P1 apresentaram as menores abundâncias (Figura 17).

**Figura 15 – Abundância verificada nos sítios e pontos amostrais durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

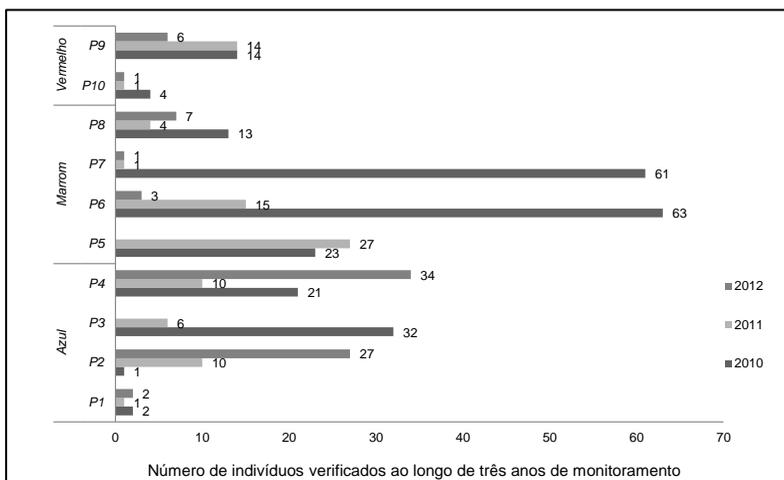



**Figura 16 – Riqueza e abundância de espécies durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

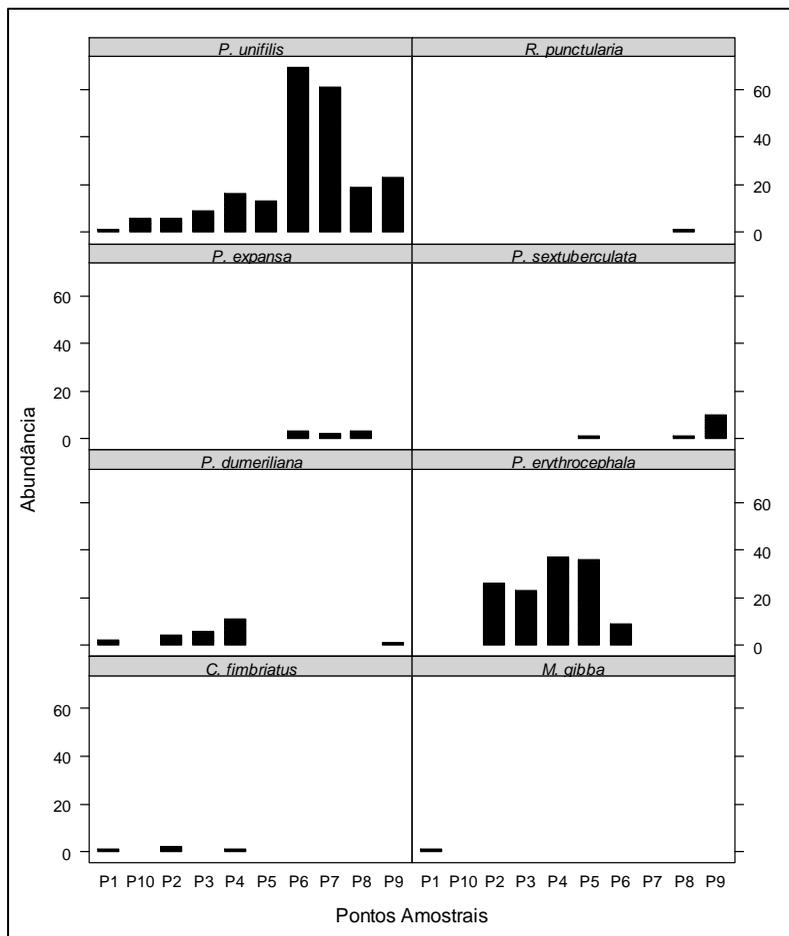
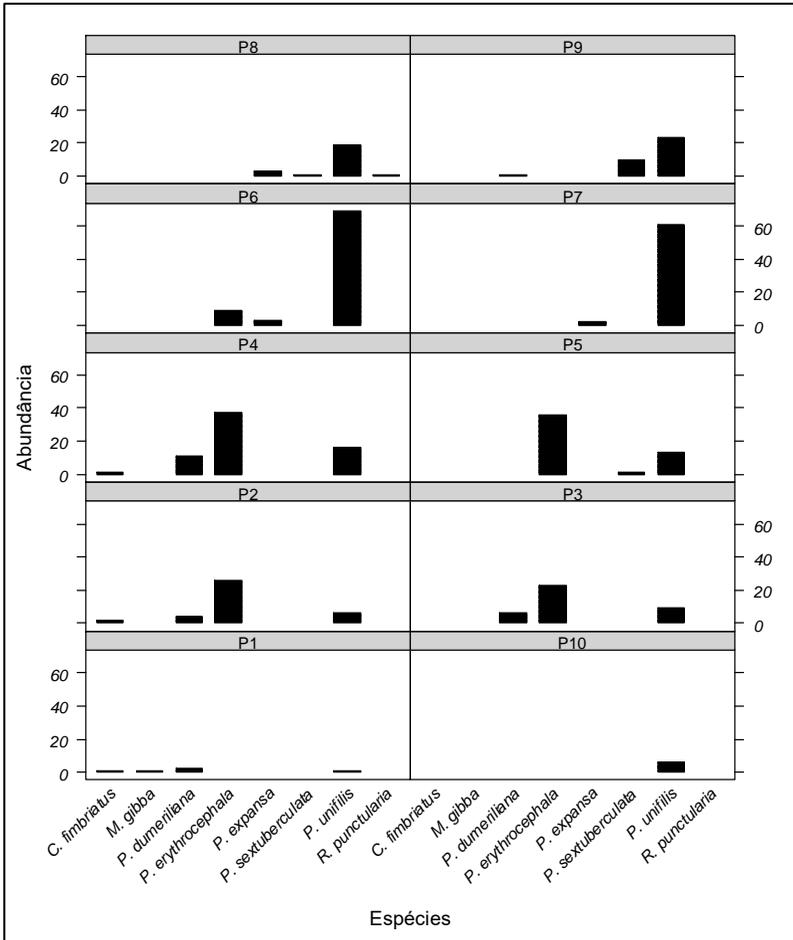



**Figura 17 – Riqueza e abundância das espécies registradas por ponto amostral durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

No que tange à diversidade encontrada nos diferentes sítios amostrados para o monitoramento de quelônios aquáticos, de acordo com o índice de Shannon-Wiener, o Sítio Azul apresentou a maior diversidade em relação aos demais. O Sítio com a menor diversidade foi o Vermelho (Tabela 2; Figura 18),

justamente a área controle, sugerida inclusive para a conservação das espécies já que a mesma se encontraria mais distante dos possíveis impactos advindos do platô Bacaba. Entretanto, a situação que se verifica é exatamente oposta, com o Sítio Vermelho apresentando uma menor diversidade possivelmente em decorrência da ocupação antrópica local. Há, também, que se considerar que o Sítio Azul encontra-se relacionado à área da FLONA, apresentando portanto pequena ocupação e maior proteção, mesmo em face aos processos minerários locais.

**Tabela 2 – Índice de Diversidade de Shannon-Wiener Verificado durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

| *INDEX* | *SÍTIO AZUL* | *SÍTIO MARROM* | *SÍTIO VERMELHO* |
|---|---|---|---|
| Shannon H' Log Base 10 | 0,464 | 0,319 | 0,292 |
| Shannon Hmax Log Base 10 | 0,699 | 0,699 | 0,477 |
| Shannon J' | 0,664 | 0,457 | 0,612 |

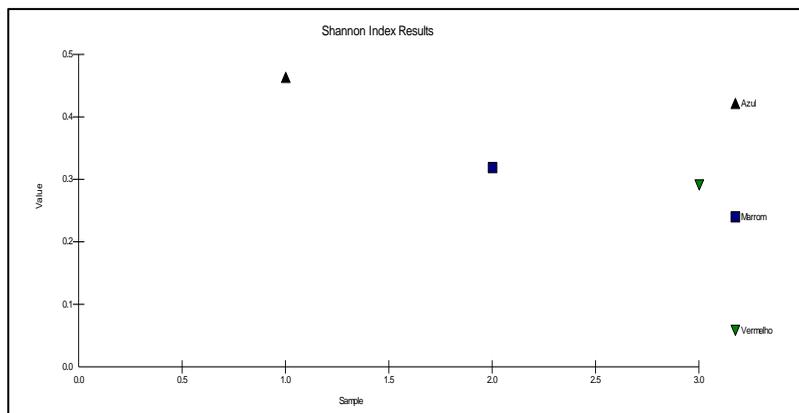
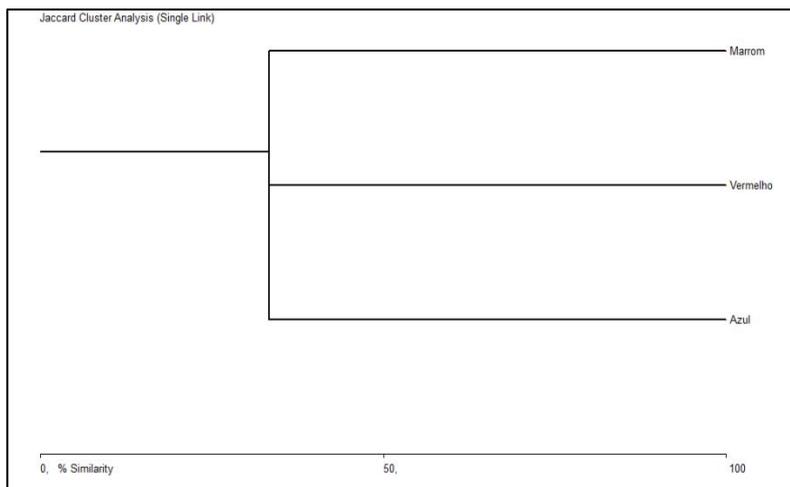
**Figura 18 – Comparação da diversidade de quelônios entre os três sítios amostrais, de acordo com o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (eixo "y": Valores de Shannon-Wiener - H').**

Comparando-se os três sítios amostrados no monitoramento de quelônios, a partir do índice de similaridade de Jaccard, verifica-se que os Sítios Azul e Vermelho e Marrom e Vermelho foram os que apresentaram maior similaridade (33,3333%). Os Sítios que apresentaram menor similaridade foram Azul e Marrom com 25%. (Tabela 3; Figura 19). Este índice não apresentou qualquer mudança entre o segundo e o terceiro anos do monitoramento, ou seja, mesmo com um "n" maior, a similaridade entre os sítios se manteve.

**Tabela 11 – Matriz de Similaridade calculada com base na riqueza de espécies durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

| *SÍTIOS AMOSTRAIS* | *AZUL* | *MARROM* | *VERMELHO* |
|---|---|---|---|
| **AZUL** | * | 25 | 33,3333 |
| **MARROM** | * | * | 33,3333 |
| **VERMELHO** | * | * | * |

**Figura 19 – Dendrograma ("Cluster Analysis") utilizando-se dados quantitativos obtidos durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

A distribuição espacial das espécies de quelônios pelos ambientes disponíveis está sujeita a uma série de fatores físicos (*e.g*. temperatura da água, profundidade, disponibilidade de locais para termorregulação) e biológicos (*e.g*. disponibilidade de alimento; Moll & Moll, 2004). Além disso, padrões distintos de utilização dos ambientes ocorrem entre diferentes espécies e entre diferentes sexos e classes de tamanho de indivíduos da mesma espécie (Fachín-Terán *et al.*, 2006).

Há poucos estudos na Amazônia com quelônios aquáticos voltados para distribuição, abundância e utilização do ambiente (Bernhard, 2010; Figueiredo, 2010; Leite, 2010). De acordo com Bodie & Semlitsch (2000), há aparente utilização de um maior número de ambientes durante o período em que há maior disponibilidade destes. Assim, quanto maior a heterogeneidade ambiental, maior a complexidade ecológica e maior a variabilidade espacial e temporal na distribuição das especies.

Portanto, com relação à distribuição da comunidade de quelônios na área de estudo, foram observados dois grupos distintos de espécies: um grupo de espécies que ocorre em toda a extensão do lago Sapucuá e outro que habita os igarapés e igapós (florestas alagadas) da região. Embora simpátricos, estes dois grupos de espécies possuem nichos distintos (Figura 20).

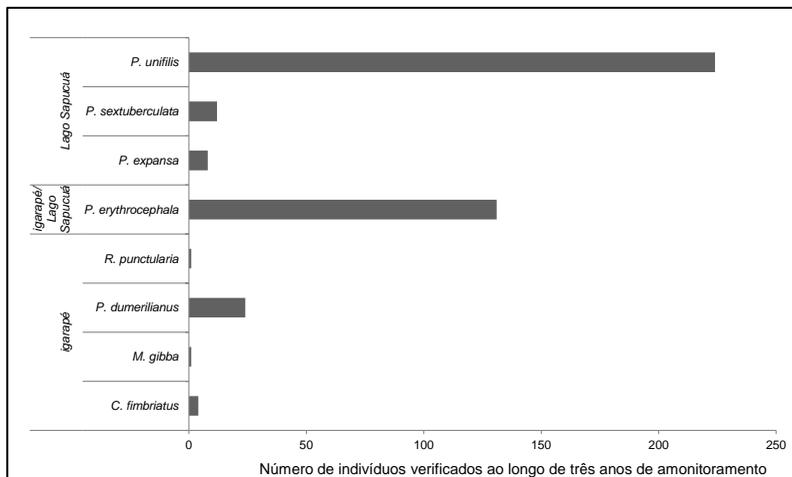
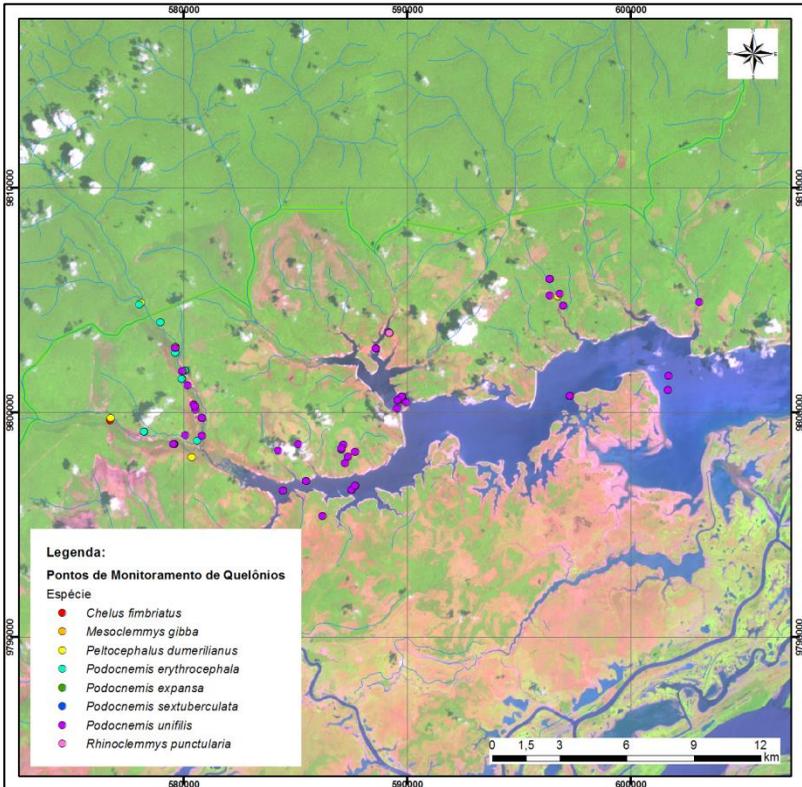
**Figura 20 – Distribuição das espécies em relação ao hábitat verificada no monitoramento de quelônios aquáticos na área de influência do platô Bacaba, Estado do Pará, Brasil.**

A Figura 21 apresenta a distribuição das espécies ao longo da área de estudo.

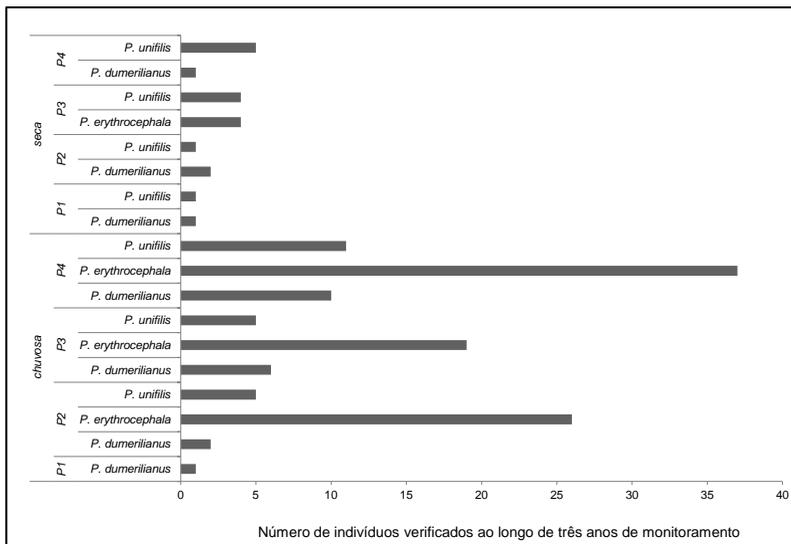
**Figura 21 – Pontos de registro de espécies obtidos nos três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.**

*Variações Sazonais nas Populações*

A maioria das espécies da herpetofauna possui padrões sazonais de ocorrência, sendo que algumas ocorrem em maior abundância durante a estação chuvosa, enquanto outras incidem preferencialmente na estação seca, havendo uma flutuação natural em suas populações. Esta flutuação também é observada ao longo dos anos. Os padrões de atividade dos quelônios, em

geral, estão intimamente associados às condições climáticas, sendo que o ritmo de comportamento das espécies é influenciado pelo índice de precipitação pluviométrica. Já que as chuvas delimitam os períodos sazonais, frequentemente observa-se que as espécies exibem diferentes picos de atividade ao longo do ano (Souza, 2004)

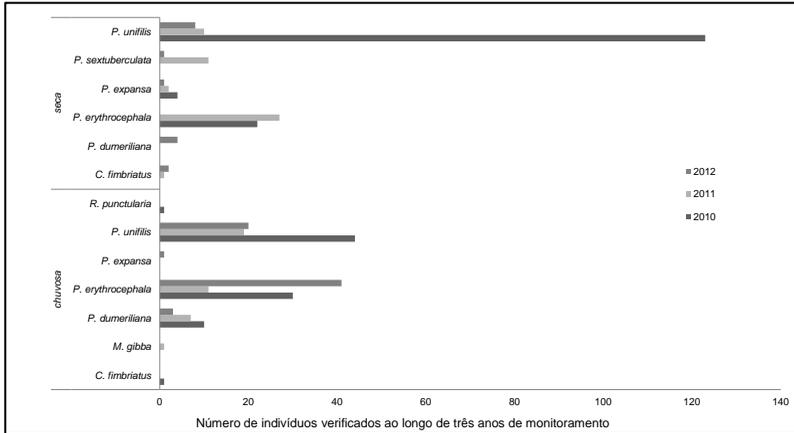
Existem poucos estudos sobre a movimentação sazonal de quelônios de água doce (Magnusson *et al.*, 1997; Souza *et al*., 2008). Diversos estudos sugerem um padrão de movimentação sazonal dos quelônios podocnemidídeos em direção à floresta alagada (igapó) no período da cheia e em direção à calha principal dos rios e aos locais mais próximos das praias de nidificação no período de descida no nível da água (durante vazante e seca; Pritchard & Trebbau, 1984; Fachín-Terán *et al*, 2006). Este fato foi observado ao longo dos três anos de monitoramento na área de estudo. Durante a estação chuvosa (cheia) houve o encontro de 122 indivíduos da Família Podocnemididae no Sítio Azul (igarapés, igapós e transição igarapés/lago Sapucuá) e apenas 19 indivíduos podocnemidídeos durante a seca (Figura 22). Tal fato demonstra que houve nítida movimentação sazonal entre as estações do ano. Esta migração aparentemente está relacionada à reprodução e desova, visto que o alimento não parece ser fator limitante na área de estudo (*v*. Vogt, 2001). Esse comportamento influencia na taxa de captura e, consequentemente, na estimativa de tamanho populacional em estudos que utilizam a abundância relativa (Fachín-Terán & Vogt, 2004).

Durante todo o monitoramento houve o registro de quatro recapturas: dois exemplares de *Podocnemis erythrocephala*, um de *P. unifilis* e um de *P. expansa*. As duas *P. erythrocephala* foram recapturadas no Sítio Azul, no ponto amostral P4, durante a estação chuvosa. Contudo, primariamente foram capturadas no Sitio Marrom, no ponto amostral P5, durante a estação seca. A partir destas duas recapturas pode-se confirmar o que foi dito anteriormente, que os indivíduos de *P. erythrocephala* estão mesmo utilizando o ambiente diferentemente. Aparentemente, na estação chuvosa os indivíduos de *P. erythrocehala* são mais frequentemente encontrados na foz do igarapé Araticum e do igarapé Saracá (Sítio Azul) e na estação seca eles parecem migrar para águas mais profundas, como é o caso da Baía (pontos P5 e P6 do Sítio Marrom).

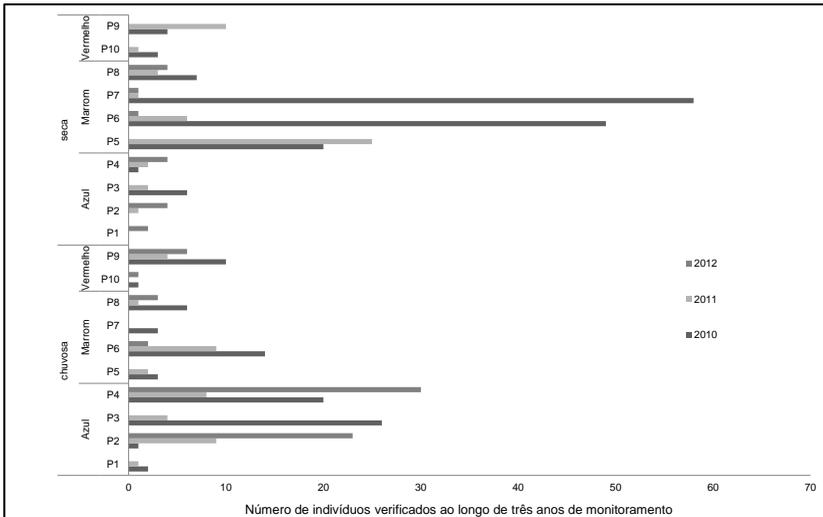
**Figura 22 – Abundância verificada nas diferentes estações do ano nos pontos amostrais do Sítio Azul durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará.**

O tracajá (*P. unifilis*) foi recapturado no Sítio Azul, ponto amostral P2, e sua captura foi um ano antes, no ponto amostral P4, no mesmo Sítio. A tartaruga-da-amazônia foi recapturada no Sítio Marrom, ponto amostral P6, exatamente no mesmo lugar de sua captura anterior, durante a estação seca do ano anterior. A partir dos dados obtidos com essas recapturas, reforça-se a ideia de que há nítida separação quanto ao uso do ambiente entre as espécies *P. erythrocephala*, que parece ocupar com mais frequência os igarapés e área de transição entre igarapés/lago Sapucuá, e *P. expansa*, que parece ocorrer somente no lago Sapucuá.

O tracajá *Podocnemis unifilis* foi a única espécie presente em todas as seis fases de campo. Houve um pico de coleta na estação seca do ano de 2010, onde 123 exemplares foram verificados. Foi relatado, portanto, para esta espécie em particular, diferenças significativas na abundância entre as duas estações do ano ($\chi^2 = 32.466$; g. l. = 2; $p < 0.0001$), com um declínio na abundância nos anos subsequentes (Figura 23).

Ao longo de três anos de monitoramento, não houve diferenças significativas na abundância entre as duas estações do ano ($\chi^2 = 7.314$; g. l. = 1; $p = 0.0068$) para *Podocnemis erythrocephala*.

**Figura 23 – Abundância das espécies entre as estações, verificadas durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará.**

Na estação chuvosa, a maioria dos indivíduos foi encontrada no Sítio Azul (n=124). Esta diferença na abundância entre os Sítios na estação chuvosa foi significativa ($\chi^2 = 92.095$; g. l. = 2; $p < 0.0001$). Já na estação seca, grande parte dos exemplares foi verificada no Sítio Marrom (n=175). Esta diferença na abundância entre os Sítios na estação seca também foi significativa ($\chi^2 = 223.60$; g. l. = 2; $p < 0.0001$). Ao se comparar as estações seca e chuvosa, tem-se que não houve diferenças significativas na abundância dos indivíduos pelos Sítios amostrais entre as duas estações ao longo dos três anos de monitoramento ($\chi^2 = 1.673$; g. l. = 1; $p < 0.1958$).

Os pontos P4, P2 e P3 foram os mais abundantes durante a estação chuvosa, ao passo que o P7, P6 e P5 foram os mais abundantes durante a estação seca. Já os menos abundantes da estação chuvosa e seca foram, respectivamente, os pontos P1, P7 e P10 e P2, P10 e P1 (Figura 24).

**Figura 24 – Abundância verificada entre as estações do ano nos sítios e pontos amostrais durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará.**

Ao se comparar as estações seca e chuvosa quanto à razão sexual, tem-se que não houve diferenças significativas na abundância dos machos ao longo dos três anos de monitoramento ($\chi^2 = 20.596$; g. l. = 1; $p < 0.0001$). Porém, as fêmeas foram mais abundantes durante a estação seca e esta diferença foi significativa ($\chi^2 = 6.528$; g. l. = 1; $p = 0.0106$, Figura 25).

Em relação aos diferentes anos de monitoramento, verificou-se que o primeiro (2010) apresentou a maior abundância, contemplando 185 indivíduos de seis espécies. No ano de 2011 houve o registro de 89 indivíduos e o acréscimo de duas novas espécies: *Podocnemis sextuberculata* e *Mesoclemmys gibba*. Já no ano de 2012 obteve-se o registro de 81 indivíduos, porém sem incremento de novas espécies ao monitoramento, totalizando, portanto, as oito espécies registradas. Os valores de abundância não incluem os registros do projeto Pé-de-Pincha.

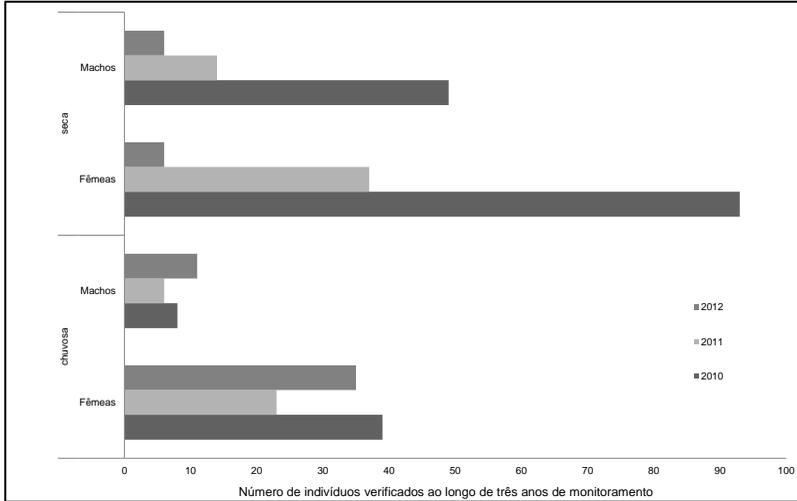
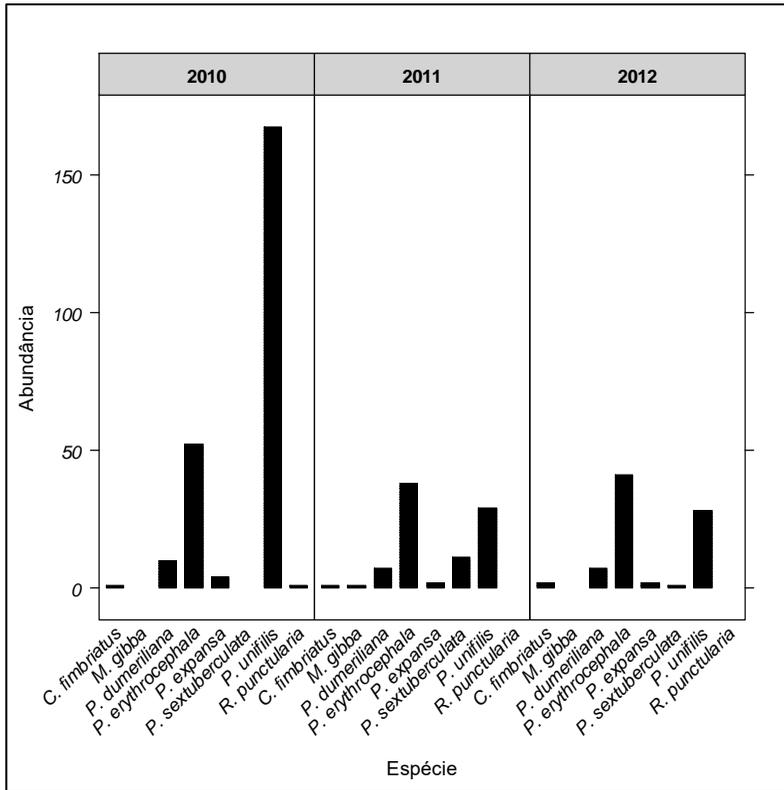
**Figura 25 – Abundância de machos e fêmeas verificada entre as estações durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará.**

As variações na abundância das espécies observadas ao longo dos três anos de monitoramento (Figura 26) podem ser em função de uma gama de fatores. O declínio significativo no número de indivíduos amostrados em 2011 e 2012 pode ser simplesmente devido a flutuações (variações) naturais na abundância das espécies (por predação ou parasitismo), falha amostral, caça excessiva, variações no habitat (redução ou aumento das áreas de reprodução ou flutuação na abundância de frutos e sementes em função de variações na pluviosidade – ver, por exemplo, Capítulo 7 referente a crocodilianos). Não foi possível se fazer inferências quanto à razão ou razões do declínio observado no presente estudo, porém possivelmente não se deva a impactos derivados do empreendimento, uma vez que o sítio com maior proximidade do platô Bacaba (Sítio Azul) apresentou riqueza igual ou até mesmo superior no último ano de monitoramento em relação aos dois primeiros (ver Figura 15).

**Figura 26 – Riqueza e abundância das espécies verificadas durante os três anos de monitoramento de quelônios aquáticos nos igarapés da área de influência do platô Bacaba e lago Sapucuá, Estado do Pará.**

*Condições Registradas de Ameaça às Espécies*

As maiores causas de declínio em várias populações de quelônios de água doce são a sobre-exploração, seguida da perda de ambientes (Moll & Moll, 2004). Conhecer a história de vida desses animais é essencial para estabelecer estratégias de manejo e conservação das espécies. Estudos sobre história natural dos quelônios aquáticos brasileiros ainda são muito rudimentares e, além disso, a maioria é centrada em poucas espécies (Souza, 2004).

Atualmente, a maioria dos estudos e dos programas de conservação de quelônios é voltada para as espécies da família Podocnemididae (historicamente as mais exploradas), principalmente *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) e *P. unifilis* (tracajá) que têm ampla distribuição pela bacia amazônica (Fachín-Terán & Vogt, 2004; Fachín-Terán, 2005; Batistella & Vogt, 2008). Cerca de 160 espécies de quelônios de água doce (cerca de 60% do total) estão ameaçadas em algum nível (IUCN, 2017). A tartaruga-da-amazônia (*P. expansa*) não é exceção, sendo extremamente dependente de conservação (Bour, 2008) por sofrer forte pressão antrópica em toda a sua área de ocorrência, uma vez que sua carne e ovos são apreciados por moradores tradicionais. O consumo da carne e ovos de quelônios pelo homem é uma prática comum na Amazônia brasileira e uma das principais ameaças às suas populações (Vogt, 2001). As outras espécies brasileiras da família Podocnemididae aparecem no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção de 2008 na categoria *Vulnerável* (Martins & Molina, 2008).

Por serem muito sensíveis às modificações do ambiente, os quelônios estão entre os primeiros vertebrados a desaparecerem quando um habitat é destruído. Nos rios, as principais perturbações que o ambiente pode sofrer são a perda das florestas e suas consequências: como a falta de sombreamento e de nutrientes, além da erosão da margem, assoreamento (que modifica radicalmente as margens dos rios e, por conseguinte, os sítios de nidificação) e poluição ou alteração da qualidade da água por diferentes componentes, como lixo, escoamento de produtos agrotóxicos e minerários (Rodrigues, 2005). Outra ameaça é a crescente coleta para alimentação, propósitos médicos/religiosos e para o mercado de animais de estimação (pet).

A interferência humana, principalmente a alteração do habitat e a poluição das águas, tem sido a principal causa de declínio das populações de quelônios aquáticos (Leary *et al.*, 2008; Rhodin *et al.*, 2008). Portanto, como houve alterações significativas nas porções florestadas do Platô Bacaba e dada a proximidade das cabeceiras dos igarapés Araticum e Saracá com esse Platô, era de se esperar que houvesse certo impacto sobre as populações de quelônios que ocupam esses nichos preferenciais (Sítio Azul). Entretanto, no período considerado não foram evidenciadas tais interferências, sendo que o sítio

apresentou riqueza e abundância elevadas ao final do terceiro ano de estudos. Com relação aos Sítios Marrom e Vermelho, há uma série de impactos sobre a fauna de quelônios (e.g. caça, pesca e predação de ovos), no entanto, nenhum relacionado ao empreendimento no platô Bacaba.

Os locais apontados como os de maior pressão à fauna de quelônios aquáticos são decorrentes da população local e foram os pontos P9 e P10 do Sítio Vermelho. Durante a segunda e quarta campanhas, foram verificadas diversas pressões à fauna de quelônios da área de estudo, como por exemplo, a predação de ninhos na maioria das praias dos pontos P5, P6, P9 e P10 e de fêmeas ovadas de *P. expansa* e *P. unifilis*; também se observou a pesca de "boinha" no P6 (igarapé Marajá). A captura extrativista é considerada uma das principais causas de declínio das espécies de quelônios e responsável por levá-las à extinção (Pritchard, 1967, Pritchard & Trebbau, 1984; Alho *et al*, 1979).

Apesar de não terem sido evidenciados impactos decorrentes da mineração no platô Bacaba, no processo de gestão da FLONA especial atenção deve ser dada às espécies que utilizam as cabeceiras dos igarapés Saracá, Patauá e Araticum (e.g. *Rhinoclemmys punctularia, Chelus fimbriatus, Mesoclemmys gibba, Peltocephalus dumerilianus e Podocnemis erythrocephala*), pois estão mais vulneráveis aos impactos ambientais advindos da mineração na Unidade de Coservação. A manutenção dos sistemas florestais próximos aos igarapés e da qualidade das águas consistem nos principais fatores capazes de garantir a proteção local dessas espécies. Outros locais de bastante interesse para conservação também são os pontos P5 e P6, localizados no Sítio Marrom. Neste ponto foi observada grande densidade de *P. unifilis* e *P. erythrocephala*. Nesses pontos, a sensibilização das comunidades regionais quanto a problemas de saneamento e caça passam a ser as estratégias mais adequadas de conservação.

## Conclusões

A movimentação, a atividade e o uso do ambiente podem variar de forma sexual e sazonal, além de influenciar e serem influenciados pela biologia das espécies, relações térmicas e hídricas com o ambiente, tamanho do corpo e condição reprodutiva, produtividade do ambiente, comportamento de migração e hibernação e ecologia alimentar. Portanto, em função de tantas variáveis é extremamente difícil inferir sobre a

utilização do ambiente por animais tão esquivos quanto os quelônios. No entanto, a partir dos dados obtidos neste estudo, verifica-se que há diferenças entre as proporções das espécies e a disponibilidade dos ambientes, indicando seletividade pelos distintos nichos.

As espécies *Peltocephalus dumerilianus, Rhinoclemmys puctularia, Mesoclemmys gibba* e *Chelus fimbriatus* parecem ter nichos preferenciais e ocupar somente os igarapés e igapós mais fechados, tanto na estação seca como na chuvosa. Já *Podocnemis erythrocephala* parece ocupar igarapés na estação chuvosa e áreas do Lago Sapucuá (Baia: Sítio Marrom) durante a seca. Aparentemente, *Podocnemis unifilis* é a espécie menos especializada na utilização dos ambientes disponíveis na área de estudo, distribuindo-se por todos os Sítios. *Podocnemis expansa* e *Podocnemis sextuberculata* parecem ocorrer em toda a extensão central do Lago Sapucuá e com nenhuma frequência dentro dos igarapés.

Outros aspectos verificados ao longo destes três anos de monitoramento foram o aumento na riqueza e o declínio na abundância em 2011 e 2012. O primeiro é esperado e quase certo em estudos desta natureza. Já para o segundo é extremamente difícil inferir as possíveis causas, porém podem ser relacionadas a variações da dinâmica das águas locais.

Conforme apontado nesse estudo, os indivíduos da espécie *P. erythrocephala* tiveram uma abundância equivalente ao longo dos anos do monitoramento. Os prováveis motivos para o seu aparente não declínio seriam pelo fato de não depositarem os ovos comunalmente em praias abertas em grandes agregações ao mesmo tempo; não desovarem em habitats diversos (somente desovam em campinas ou campinaranas); de desovarem dentro da floresta e distante da água.

Todas as espécies verificadas apresentam ampla distribuição na Amazônia e eram esperadas para o local de estudo nas densidades e no uso de hábitats aqui verificados. A única variação observada consistiu na elevada abundância de indivíduos capturados da irapuca (*P. erythrocephala*). A alta densidade verificada no presente estudo é inédita e de extrema importância, visto que ela é pouco conhecida, considerada uma espécie vulnerável pela IUCN (2017) e está incluída no apêndice II da CITES.

Diante dos resultados obtidos com esse estudo, enfatiza-se a necessidade de conservação dos igarapés e igapós mais fechados do Sítio Azul, ambientes de importância crítica para os quelônios aquáticos na área de estudo. Os igapós fechados ficam mais próximos das cabeceiras dos igarapés Saracá e Araticum e são os ambientes onde há maior probabilidade de encontrar as maiores densidades de *Rhinoclemmys punctularia, Chelus fimbriatus, Mesoclemmys gibba, Peltocephalus dumerilianus* e outras espécies ainda não registradas porém esperadas, como *Platemys platycephala, Kinosternon scorpioides, Mesoclemmys raniceps* e *Rhinemys rufipes*, já que estas espécies demonstram estreita seletividade por este ambiente.

Em conclusão, o monitoramento ambiental, conforme realizado, consistiu em um instrumento eficaz de avaliação dos fatores que influenciam no estado de conservação, preservação e recuperação dos quelônios da região de estudo. Durante os três anos do monitoramento, foram identificados e avaliados diversos tipos de pressões sobre a fauna de quelônios aquáticos da área de influência direta (Sítio Azul), sendo eles: caça, pesca e coleta de ovos, acúmulo de lixo e aumento no fluxo de pessoas e a presença de gado nas áreas de campinaranas (vitais para a postura de *P. erythrocephala*). Essas intervenções requerem ações de manejo e conservação. Entretanto, nenhuma dessas intervenções detém relação direta com o processo de mineração, sendo antes decorrentes da ocupação antrópica regional.

## Referências Bibliográficas


Alfinito, J.; Vianna, C.M.; Silva, M.M.F.; Rodrigues, H., 1976. Transferências de tartarugas do Rio Trombetas para o Rio Tapajós. Brasil Florestal 7 (26): 49-53.

Alho, C.J.R.; Carvalho, A.G.; Padua, L.E.M., 1979. Ecologia da tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo na Reserva Biológica de Trombetas. Brasil Florestal 9 (38): 29-47.

Avila-Pires, T.C.S.; Hoogmoed, M.S.; Vitt, L.J., 2007. Herpetofauna amazônica p. 13-43. In: Nascimento, L.B.; Oliveira, E.O. (eds.). Herpetologia No Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 354p.

Avila-Pires, T.C.S; Hoogmoed, M.S; Rocha, W.A., 2010. Notes on the Vertebrates of northern Pará, Brazil: a forgotten part of the Guianan Region, I. Herpetofauna. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, 5 (1): 13-112.

Bartlett, R.D.; Bartlett, P., 2003. Reptiles and amphibians of the Amazon: An ecotourist's guide. Univer. Press of Florida, 291p.

Batistella, A.M., 2003. Ecologia de nidificação de *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemidae) em campinas do Médio Rio Negro, AM. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

Batistella, A.M., 2008. Biologia de *Trachemys adiutrix* (Vanzolini, 1995) (Testudines, Emydidae) no litoral do nordeste – Brasil. Tese de Doutoramento, 55p.

Batistella, A.M.; Vogt, R.C., 2008. Nesting ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) of the Rio Negro, Amazonas, Brazil. Chelonian Conservation and Biology 7: 12-20.

Bernhard, R., 2010. Dinâmica populacional de *Podocnemis erythrocephala* no rio Ayuana, Amazonas, Brasil. Tese de Doutoramento. 120p.

Bodie, J.R.; Semlistsch, R.D., 2000. Spatial and temporal use floodplain habitats by lentic and lotic species of aquatic turtle. Oecologia 122: 138-146.

Bonach, K., 2004. Diagnóstico da tartaruga-da-Amazônia *Podocnemis expansa* para a revisão do Plano de Manejo da Reserva Biológica do rio Trombetas, Estado do Pará. Relatório Final. Goiânia, 29p.

Bonin, F.; Devaux, B.; Dupré, A., 2006. Turtles of the World. Johns Hopkins University Press. 416p.

Bour, R., 2008. Global diversity of turtles (Chelonii; Reptilia) in freshwater. Hydrobiologia 595: 593-598.

Bour, R.; Zaher, H., 2005. A new species of *Mesoclemmys*, from the open formations of northeastern Brazil (Chelonii, Chelidae). Papéis Avulsos de Zoologia 45 (24):295-311.

Brandt, 2001. Mineração Rio do Norte – Porto de Trombetas – Oriximiná – PA. Estudos de Impacto Ambiental Platô Almeidas. Belo Horizonte: Brandt Meio Ambiente.

Cagle, F.R., 1939. A system of marking turtles for future identification. Copeia 1939: 170-173.

Catalogue of Life. Disponível em http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2011/search.php. Acesso em 05 de fevereiro de 2018.

Chessman, B.C., 1986. Diet of the murray turtle, *Emydura macquarii* (Gray) (Testudines: Quelidae). Australian Wildlife Research 13: 65-69.

Colwell, R.K., 2005. EstimateS: Statitiscal estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0 Disponível em <http://purl.oclc.org/estimates>.

Colwell, R.K.; Mao, C.X.; Chang, J., 2003. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 85 (10): 2717-2727.

Costa, H.C.; Bérnils, R.S., 2015. Répteis Brasileiros: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira 4 (3): 74–84.

Eletronorte, 1989. Biologia e conservação dos quelônios do rio Trombetas. Volume 1 – Texto. Relatório técnico.

Ernst, C.H.E.; Barbour, R.W., 1989, Turtles of the world. Smithsoniam Institution Press, Washington, DC, USA, 313p.

Fachin-Terán, A., 2005. Participação comunitária na preservação de praias para reprodução de quelônios na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. Uakari 1: 9-18.
Fachín-Terán, A.; Vogt, R.C., 2004. Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. Phyllomedusa 3 (1): 29-42.
Fachín-Terán, A.; Vogt, R.C.; Thorbjarnarson, J.B., 2006. Seasonal movements of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae) in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. Chelonian Conservation and Biology 5: 18-24.
Figueiredo, M.W., 2010. Estrutura populacional, uso de ambientes e crescimento corporal de *Rhinoclemmys punctularia punctularia* (Daudin, 1801) na Ilha de Algodoal/Maiandeua, Maracanã, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, 70p.
Fritz, U.; Havas, P., 2006. Checklist of Chelonians of the World. CITES Nomenclature Committee and the German Agency for Nature Conservation.
Galatti, U.; Bernardi, J.A.R., 2003. Estudos de Monitoramento da Herpetofauna nas áreas de influência da Estrada/Correia de acesso aos Platôs Almeidas e Aviso. Relatório Anual. Coopertec. Inédito.
Galatti, U.; Bernardi, J.A.R.; Sarmento, J.F.M., 2008. Monitoramento de Anfíbios e Répteis nas Áreas Sob Exploração no Platô Almeidas. Relatório Anual. MPEG-MRN-FIDESA. Dados não publicados.
Haller, E.C.P., 2002. Biologia reprodutiva de *Podocnemis sextuberculata* e *Podocnemis unifilis* (Testudinata: Pelomedusidae) na região da Reserva Biológica do rio Trombetas, PA. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
Haller, E.C.P.; Rodrigues, M.T., 2005. *Podocnemis unifilis* (Yellow-spotted River Turtle). Nests and nesting. Herpetological Review 36: 60.
Haller, E.C.P.; Rodrigues, M.T., 2006. Reproductive biology of the Six-Tubercled Amazon River Turtle *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae), in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Para, Brazil. Chelonian Conservation and Biology 5:280-284.
Horta, G.F., 2008. Movimentação e uso do espaço por *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. 55p.
Hoogmoed, M.S.; Avila-Pires, T.C.S., 1990. New distribution data for *Podocnemis erythrocephala* (Spix) with remarks on some other turtle taxa (Reptilia: chelonia: Pelomedusidae). Zoologische Mededelingen 64: 21-24.
IBAMA, 1989. Projeto Quelônios da Amazônia – 10 anos. Brasília. 119p.
IBAMA, 2006. Reserva Biológica do Rio Trombetas Floresta Nacional Saracá-Taquera - Relatório anual de atividades. Porto Trombetas, 68 p.
IBDF & FBCN, 1982. Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas. Brasília, 113 p.

IUCN, 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponivel em http://www.iucnredlist.org/. Acessado em: 11 de fevereiro de 2018.
Iverson, J.B., 1989. The Arizona mud turtle: *Kinosternon flavescens arizonense* (Kinosternidae) in Arizona USA and Sonora Mexico. Southwestern Naturalist 34: 356-368.
Iverson, J.B., 1992. A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. Richmond, Indiana. USA (Privately Printed), 363p.
Iverson, J.B.; Vogt, R.C., 2002. *Peltocephalus* Duméril and Bibron – Bigheaded Amazon River Turtles. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, 744
Krebs, C.J., 1999. Ecological Methodology. 2º ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park. 620 p.
Lande, R.; Devries, P.J.; Walla, T.R., 2000. When species accumulation curves intersect: implications for ranking diversity using small samples. Oikos 89 (3): 601-605.
Layfield, J.A.; Galbraith, D.A.; Brooks, R.J., 1988. A simple method to mark hatchling turtles. Herp. Review 19 (4): 78-79.
Leary, C.J.; Dobie, J.L.; Mann, T.M.; Floyd, P.S.; Nelson, D.H., 2008 *Pseudemys alabamensis* Baur 1893 - Alabama red-bellied cooter, Alabama redbellied turtle. Pp. 019.1-019.9. In: A.G.J. Rhodin, P.C.H. Pritchard, P.P. Van Dijk, R.A. Saumure, K.A. Buhlmann & J.B. Iverson (Eds.). Conservation biology of freshwater turtles and tortoises: A compilation project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs 5. Disponivel em: http://www.iucn-tftsg.org/cbftt/.
Legler, J.M., 1960. A simple and inexpensive device for trapping aquatic turtles. Proceedings of Utah Academy of Science 37: 257-312.
Leite, R.U., 2010. Composição, distribuição, utilização de ambientes e variação sazonal na densidade de quelônios aquáticos do Lago Verde, Alter do Chão, Santarém, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, 70p.
Loehr, V.J.T., 2002. Diet of the Namaqualand speckeled padloper, *Homopus signatus signatus*, in early spring. African Journal of Herpetology 51: 47-55.
Loehr, V.J.T., 2008. The ecology of the world´s smallest tortoise, *Homopus signatus signatus*: effects of rainfall, p. 110. In: Department of Biodiversity and Conservation Biology. Vol. PHD. University of the Western Cape, South Africa.
Magnusson, W.E.; Lima, A.C.; Costa, V.L.; Lima, O.P., 1997, Growth of the turtle, *Phrynops rufipes*, in central Amazonia, Brazil. Chelonian Conservation and Biology 2 (4): 576-581.
Magurran, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University Press.
Manzani, P.R.; Silva, W.R.; Monteiro-Filho, E.L.A., 1993. Utilização de marcas naturais na individualização do jacaré-de-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, em uma pequena população natural do Estado de São Paulo. In: Verdade, L.M.; Packer, I.U.; Rocha, M.B.; Molina, F.B.; Duarte, P.G.; Lula, L.A.B.M. (eds.). Anais do 3º Workshop

sobre conservação e manejo do jacaré-de-papo-amarelo. São Paulo: ESALQ/USP, p. 81-90.

Martins, F.R.; Santos, F.A.M., 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. Holos, ed. Especial, p. 236-267.

Martins, M.; Oliveira, M.E., 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. Herp. Nat. Hist. 6 (2): 78-150.

Martins, M.; Molina, F.B., 2008. Panorama Geral dos Répteis Ameaçados do Brasil. In: Monteiro, A.B.M.; Drummond, G.M.; Paglia, A.P. (Eds.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1.ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. 2v. 1420 p.

McCord, W.P.; Joseph-Ouni, M.; Lamar, W.W., 2001. A taxonomic reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. Revista de Biologia Tropical 49 (2): 715-764.

Mittermeier, R.A.; Wilson, R.A., 1974. Redescription of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824), an Amazonian Pelomedusid Turtle. Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo, 28: 147-162.

MMA, 2004. Plano de Manejo Reserva Biológica do Rio Trombetas. Brasília, MMA/IBAMA/STCP Engenharia de Projetos Ltda., 556 p.

Moll, D.; Moll, E.O., 2004. The ecology, exploitation, and conservation of river turtles. New York: Oxford University Press, 393 p.

Molina, F.B.; Rocha, M.B., 1996. Identificação, caracterização e distribuição dos quelônios na Amazônia Brasileira. XI Encontro sobre Quelônios da Amazônia. CENAQUA/IBAMA, 23p.

Moretti, R., 2004. Biologia reprodutiva de *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824), *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *Peltocephalus dumerilianus* ((Schweigger, 1812) (Testudinata, Podocnemididae) na bacia do rio Trombetas, PA. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Pádua, L.E.M.; Alho, C.J.R., 1982. Comportamento de nidificação da tartaruga-da-amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) na Reserva Biológica do rio Trombetas. Brasil Florestal 12 (49): 33-44.

Pádua, L.E.M., 1981. Biologia da reprodução, conservação e manejo da tartaruga-da-amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) na Reserva Biológica do rio Trombetas, PA. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília.

Pádua, L.E.M., Alho, C.J.R.; Carvalho, A., 1983. Conservação e manejo da tartaruga-da-amazônia *Podocnemis expansa* na Reserva Biológica do rio Trombetas (Testudinata: Pelomedusidae). Brasil Florestal 13 (54): 43-70.

Pritchard, P.C.H., 1967. Living turtles of the world. New Jersey: T.F.H. publications, 287 p.

Pritchard, P.C.H.; Trebbau, P., 1984. The Turtles of Venezuela. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Caracas, Venezuela. 403p.

Rhodin, A.G.J.; Van Dijk, P.P.; Parham, J.F., 2008. Turtles of the world: annoted checklist of taxonomy and synonymy. Pp. 000.1-000.36. In: A. G. J. Rhodin, Pritchard P.C.H., P. P. Van Dijk, R. A. Saumure, K. A. Buhlmann e J. B. Iverson (Eds.), Conservation biology of freshwater turtles and tortoises: A compilation project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs No. 5. disponivel em: http://www.iucntftsg.org/cbftt/.

Ricklefs, R.E., 2003. A economia da natureza. 5º ed. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 503 p.

Rodrigues, M.J.J., 2003. Condição nutricional da dieta da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812), em ambiente natural na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Oriximiná, Pará Brasil. Dissertação de Mestrado. UFPA/MPEG/EMBRAPA, 48p.

Rodrigues, M.T., 2005. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios de um país megadiverso. Megadiversidade: Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil 1 (1).

Rotmans, H., 2008. Studbook Breeding Programme: *Rhinoclemmys punctularia*. European Studbook Foundation. The Netherlands.

Rowe, J.W., 2003. Activity and movements of midland painted turtles (*Chrysemys picta marginata*) living in a small marsh system on Beaver Island, Michigan. Journal of Herpetology 37: 342-353.

Ruane, S.; Dinkelacker, S.A.; Iverson, J.B. 2008. Demographic and reproductive traits of blanding's turtles, *Emydoidea blandingii*, at the western edge of the species range. Copeia 2008 (4): 771-779.

Rueda-Almonacid, J.V.; Carr, J.L.; Mittermeier R.A.; Rodriguez-Mahecha, J.V.; Mast, R.B.; Vogt, R.C.; Rhodin, A.G.J.; Ossa-Velásquez, J.D.L.; Rueda, J.N.; Mittermeier, C.G., 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del Trópico. Panamericana, Formas e Impresos, S.A., Bogotá, Colombia.

Santos, A.J., 2004. Estimativa de riqueza em espécies. In: L. Cullen Jr; R. Rudran & C. Valladares-Padua (Orgs.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Editora UFPR, Curitiba, Paraná: 19-41.

Sawaya, R.J.; Marques, O.A.V.; Martins, M., 2008. Composition and natural history of Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo state, southeastern Brazil. Biota Neotropica 8 (2): 127-149.

Souza, F.L., 2004. Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). Phyllomedusa 3 (1): 15-27.

Souza, F.L., 2005. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. Rev. Esp. Herp. 19: 33-46.

Souza, F.L.; Abe, A.S., 2000. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in southeastern Brazil. Journal of Zoology 252: 437–446.

Souza, F.L.; Cunha, A.F.; Oliveira, M.A.; Pereira, G.A.G.; Pinheiro, H.P; Reis, S.F., 2002. Partioning of molecular variation at local spatial

scales in the vulnerable neotropical freshwater turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae): implications for the conservation of aquatic organisms in natural hierarchical systems. Biological Conservation 104: 119-126.

Souza, F.L.; Molina, F., 2007. Estado atual do conhecimento de quelônios no Brasil, com ênfase para as espécies não amazônicas, p. 264-277. In: Nascimento, L.B; Oliveira, M.E. (eds.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.

Souza, F.L.; Raizer, J.; Costa, H.T.M.; Martins, F.I., 2008. Dispersal of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an urban river in Central Brazil. Chelonian Conservation and Biology 7: 257-261.

Spencer, R.J., 2001. The murray river turtle *Emydura macquarii*, population dynamics, nesting ecology and impact of the introduced red fox, Vulpes vulpes. Degree of philosophy in the school of Biological Sciences, University of Sydney, 209p.

Strang, C.A., 1983. Spatial and temporal activity patterns in two terrestrial turtles. Journal of Herpetology 17: 43-47.

Straube, F.C.; Bianconi, G.V., 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiroptera Neotropical 8 (1-2): 150-152.

Tocher, M.D.; Gascon, C.; Zimmerman, B.L., 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. In: Lawrence, W. F., Bierregaard, R. O. (Eds.) Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago: University of Chicago Press.

Tucker, J.K., 1994. An "easy" methods to remove common snapping turtles (Chelydra serpentina) from Legler hoop traps. Herpetological Review 25 (13).

Tucker, J.K.; Moll, D., 1997. Growth reproduction and survivorship in the red-eared turtle *Trachemys scripta elegans*, in Ilinois, with conservation implications. Chelonian Conservation & Biology 2: 352-357.

Vanzolini, P.E., 1995. A new species of turtle, genus *Trachemys*, from the state of Maranhão, Brazil (Testudines, Emydidae). Revista Brasileira de Biologia 55: 111–125.

Vanzolini, P.E., 2003. On clutch size and hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *P. unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). Anais da Academia Brasileira de Ciências 75 (4): 415-430.

Vanzolini, P.E., Ramos-Costa, A.M.M.; Vitt, L.J., 1980. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 161p.

Vogt, R.C; Cantarelli, V.H.; Carvalho, A.G., 1994. Reproduction of the Cabeçudo, *Peltocephalus dumerilianus*, in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. Chelonian Conservation and Biology, 1 (2): 145-148.

Vogt, R.C., 2001. Turtles of the rio Negro, p. 245-262. In: Conservation and management of ornamental fish resources of the rio Negro Basin, Amazonia, Brazil - Project Piaba. N. L. Chao, P. Petry, G.

Prang, L. Sonneschien; M. Tlusty (Eds.). Manaus: Universidade do Amazonas.
Vogt, R.C., 2008. Tartarugas da Amazônia. Gráfica Biblos, 104p.
Walther, B.A.; Morand, S., 1998. Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology 116: 395-405.
Zwing, W.; Young, P.S., 1990. Desova e eclosão de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) (Chelonia: Pelomedusidae) no rio Trombetas, Para, Brasil. Forest 1990: 34-35.

*Podocnemis expansa* (Foto: SAA Morato)

*Melanosuchus niger*
(Foto: SAA Morato)

*Capítulo 7*

# Distribuição, Abundância e Conservação de Crocodilianos do Lago Sapucuá, Amazônia Central, Estado do Pará, Brasil

Sérgio Augusto Abrahão Morato
Victor Botelho Graça Veras Batista
Adriano Augusto Vilhena Martins
Anderson Paz da Silva
Lilian Freitas Bastos
Davidson Clayton Azevedo Sodré
Marcela Mainardes Tempo
Daniel Sebastião Angelo Junior

**Resumo**

A Amazônia central conta com o registro de quatro espécies de crocodilianos (*Caiman crocodilus, Melanosuchus niger, Paleosuchus palpebrosus* e *P. trigonatus*). Um estudo sobre a comunidade de crocodilianos do Lago Sapucuá, na porção ao sul da FLONA de Saracá-Taquera, foi conduzido mediante seis campanhas entre os anos de 2010 a 2012. Foram verificadas diferenças na abundância e na utilização dos hábitats das espécies. *C. crocodilus*, a mais abundante, apresentou a maior diversificação na ocupação de ambientes, bem como variações sazonais na abundância em diferentes classes etárias. Pressões sobre as espécies são consideradas incipientes e de pequena magnitude, não chegando a gerar riscos sobre sua conservação.

**Abstract**

The Central Amazonia comprises the occurrence of four crocodilian species (*Caiman crocodilus, Melanosuchus niger, Paleosuchus palpebrosus* e *P. trigonatus*). A study on the crocodilian community in the Sapucuá Lake, in the southern region of Saracá-Taquera National Forest Reserve, was conducted by six field phases over 2010 to 2012, and revealed differences in abundance and use of habitat of the species. *C. crocodilus,* the most abundant species, showed the greatest diversification in the occupation of different habitats, as well as variations in the abundance of different age classes. Pressures on species are considered incipient and with small magnitude, not reaching risks to its conservation.

## Introdução

Os crocodilianos são grandes répteis adaptados à vida aquática que se distribuem pelas regiões tropicais e subtropicais do planeta (Brochu, 2003; Martin, 2008). Das 24 espécies viventes da ordem Crocodylia, doze são encontradas na região Neotropical (Martin, 2008) e, destas, seis representantes da família Alligatoridae são encontradas no Brasil (Medem, 1983; Thorbjarnarson, 1992).

Um dos crocodilianos mais estudados em todo o mundo, o jacaretinga (*Caiman crocodilus*), possui ampla distribuição geográfica e é considerado de médio porte, com poucos indivíduos alcançando mais de 2,5 metros (Ross, 1998; Da Silveira & Thorbjarnarson, 1999; Da Silveira, 2008). Águas abertas, quentes e sombreadas, assim como lamaçais com vegetação rasteira, são descritos como habitat típico da espécie (Magnusson, 1985). Já o jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) é um crocodiliano comumente encontrado nas florestas de várzea da região Amazônica (Herron, 1994). A espécie, apontada como o maior Alligatoridae existente (Vasconcelos *et al*., 2008), pode ultrapassar 4m de comprimento total (Ross, 1998), e sua pele já teve alto valor comercial. A caça predatória, que visava os maiores indivíduos, levou o *M. niger* a apresentar baixas densidades na Amazônia Central durante a década de 1970 (Da Silveira & Thorbjarnarson, 1999).

As duas espécies de jacarés acima citadas são simpátricas em grande parte da bacia amazônica (Marioni *et al.*, 2008) e, apesar de haver segregação no uso de habitat, o jacaretinga costuma ocupar nichos vazios em regiões de caça do jacaré-açu (Magnusson, 1985; Rebelo & Lugli, 2001).

Na família Alligatoridae, o outro gênero com representação na região Amazônica, *Paleosuchus*, é composto por duas das três espécies de crocodilianos menos estudadas do mundo (Magnusson, 1985). Além do pequeno porte, os jacarés do gênero *Paleosuchus* possuem rostro encurtado em relação ao comprimento cranial, assim como pálpebras e osteodermos fortemente ossificados e curtas caudas (Medem, 1983; Magnusson, 1992). O jacaré-coroa (*P. trigonatus*) possui distribuição geográfica restrita à região amazônica (Medem, 1967, 1971; Rebelo & Lugli, 2001) e pode alcançar até 2,3 metros de comprimento total (Medem, 1983), sendo encontrado em corpos d’água de pequeno porte, com florestas ripárias

fechadas (Ross, 1998), além de possuir hábitos terrestres (Magnusson & Lima, 1991; Morato *et al*., 2011). Já o jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*), um dos menores crocodilianos do mundo, pode alcançar 2,1 metros (Campos *et al*., 2010). Essa espécie apresenta ampla distribuição geográfica na América do Sul e costuma ser encontrada desde ambientes de alta vazão e florestas ripárias em pequenas drenagens até florestas alagadas e poças em pastagens (Medem, 1967, 1971; Magnusson *et al.,* 1985; Rebelo & Lugli, 2001; Botero-Arias, 2007).

Este estudo teve como objetivo avaliar a comunidade de crocodilianos do lago Sapucuá e sua bacia de contribuição, na região localizada ao sul da Floresta Nacional de Saracá-Taquera. Tais informações buscaram avaliar a ocorrência de impactos ambientais decorrentes de atividades de mineração na FLONA que pudessem afetar as populações locais de crocodilianos, de forma a subsidiar a adoção de medidas de controle e minimização.

## Material e Métodos

O estudo com crocodilianos foi realizado na região do lago Sapucuá, localizado ao sul da FLONA de Saracá-Taquera, abrangendo ainda os igarapés Araticum e Saracá, os quais drenam para o lago a partir da Unidade de Conservação (Figura 1). Nessa região verificou-se a presença dos seguintes ambientes aquáticos: cabeceiras (baías formadas pelo encontro dos afluentes com o lago Sapucuá), corpos d'água de pequeno porte e alta vazão com no máximo 10 metros de largura, margeados por florestas ripárias (igarapés), e águas abertas do lago Sapucuá, margeadas ora por florestas aluviais, ora por sistemas arbustivos denominados pela população local como "chavascais". Os ambientes terrestres e de transição locais são compostos por florestas sazonalmente inundáveis (igapós), florestas de terra firme e áreas alteradas por pastagens e ocupação humana (vilas) às margens do lago.

O estudo foi conduzido entre os anos de 2010 e 2012, perfazendo duas campanhas de campo por ano, sendo três desenvolvidas em períodos chuvosos (entre 25 de maio e 6 de junho de 2010, entre 11 e 20 de maio de 2011 e entre 30 de maio de 8 de junho de 2012) e três durante períodos de estiagem (entre 28 de setembro a 07 de outubro de 2010, entre 22 de setembro e 01 de outubro de 2011 e 26 de agosto e 03 de setembro de 2012). O principal método adotado para a avaliação

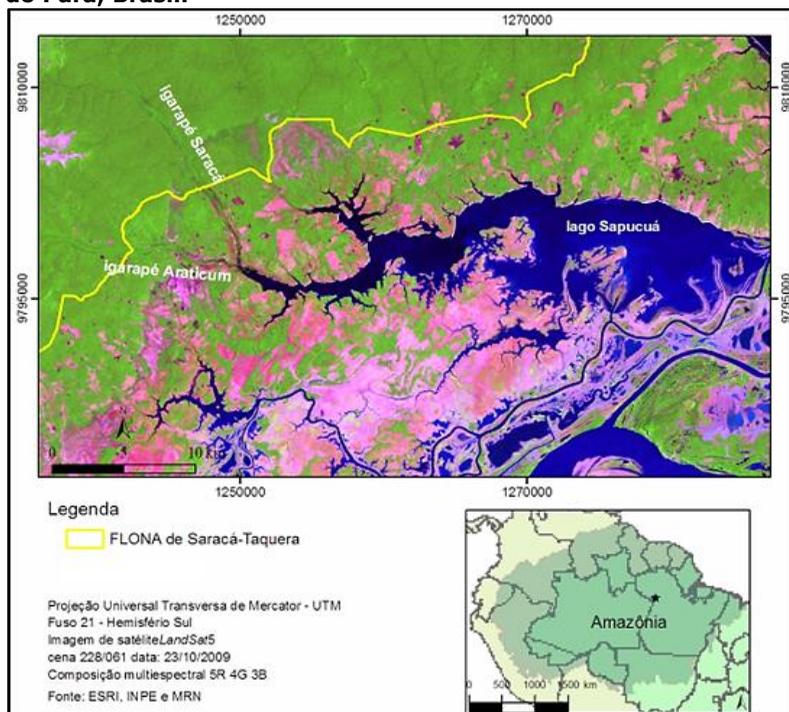
das populações de crocodilianos consistiu na realização de contagens noturnas mediante a iluminação dos olhos dos animais (O'Brien, 1990; Cherkiss, 2006). Além disso, eventuais visualizações diurnas e capturas também foram desenvolvidas.

Para a realização das contagens, foram utilizadas embarcações condizentes com os tipos de ambientes presentes na área de estudo. Em águas abertas, utilizou-se barco de alumínio de 5m com motor de popa de 15HP. Já em contagens nos igarapés se utilizou canoas de madeira com motores de 6HP, devido às restrições de acesso aos cursos d'água de pequeno porte da região. Durante as contagens, um observador se estabeleceu na proa da embarcação iluminando as margens e à frente, fazendo angulação de 180°, a fim de iluminar e contar o maior número de jacarés nas proximidades da embarcação, enquanto outro registrou os dados obtidos em planilhas específicas.

Os indivíduos avistados foram identificados, quando possível, em nível específico. A identificação se deu a partir de características morfológicas de acordo com CITES (1995). Todos os pontos de visualização de jacarés (coordenadas x,y) foram registrados mediante o uso de GPS de navegação GARMIN CS 60x. Posteriormente fez-se a sobreposição dessas informações com base de dados espaciais da região.

Com vistas a se avaliar a estrutura das populações de crocodilianos, efetuou-se a estimativa do comprimento total dos animais avistados e/ou a tomada de dados biométricos dos capturados. A estimativa de tamanho foi realizada tendo-se por base o comprimento também estimado da cabeça. As categorias gerais entre tamanhos e classes etárias basearam-se no estudo de Rebelo (1982), conforme apresentado na Tabela 1.

Parte dos espécimes avistados foi capturada com auxílio de laços e cambão. Os jacarés capturados foram imobilizados com fitas isolantes nas bocas, cordas e vendas nos olhos antes de serem submetidos a avaliações biométricas (Figura 2ª). A biometria consistiu na tomadas das seguintes medidas: comprimento total, comprimento rostro-cloacal (Figura 2B), comprimento da cabeça (Figura 2C) e peso (Figura 2D). Cada indivíduo teve ainda o sexo determinado através do método de inspeção da cloaca (Da Silveira, 2003) (Figura 2E).

**Figura 1 – Área de estudo com crocodilianos na região do lago Sapucuá, localizado ao sul da FLONA de Saracá-Taquera, Estado do Pará, Brasil.**

Jacarés capturados foram marcados e numerados a partir da remoção das escamas caudais (realizada nos dois primeiros anos de estudo) (Jennings *et al*., 1991) e mediante o uso de anilhas numeradas (realizada a partir do terceiro ano de estudos – Figura 2F). A soltura de jacarés capturados foi feita no dia seguinte ao da tomada dos dados biométricos.

Para fins de descrição das populações quanto às classes de tamanho e proporção entre machos e fêmeas, as análises foram conduzidas apenas com *Caiman crocodilus*, haja vista a baixa amostragem de indivíduos para as demais espécies (*e.g.*, Da Silveira *et al*., 1997).

***Tabela 1 – Classes etárias de crocodilianos segundo estimativas de comprimento.***

| *CLASSES ESTÁRIAS* | *COMPRIMENTO TOTAL (M)* | *COMPRIMENTO ESTIMADO DA CABEÇA (CM)* |
|---|---|---|
| **Filhote (Classe 1)** | Até 0,3m | Até 6cm |
| **Jovem (Classe 2)** | De 0,3m até 1,0m | De 6cm a 13cm |
| **Sub adulto (Classe 3)** | De 1,0m até 1,5m | De 13cm a 20cm |
| **Adulto (Classe 4)** | Acima de 1,5m | Acima de 20 cm |

***Figura 2 – Procedimentos adotados para estudos com crocodilianos no lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) Captura com cambão e imobilização de indivíduo de *Caiman crocodilus*; B) Coleta de dados biométricos (comprimento rostro-anal) em *Caiman crocodilus*; C) Coleta de dados biométricos (comprimento da cabeça) em *Melanosuchus niger*; D) Pesagem de indivíduo de *Caiman crocodilus*; E) Determinação do sexo de *Melanosuchus niger* através de inspeção da cloaca, evidenciando indivíduo macho pela exposição do pênis; F) Marcação de *Caiman crocodilus* mediante o uso de anilha metálica numerada (Fotos: A: AAV Martins; C-E: M Tempo; F: SAA Morato).

O impacto da presença humana foi avaliado mediante as diferenças na proporção de jacarés não identificados ("olhos") em relação ao número total de jacarés avistados. Muitas vezes, os animais exibem comportamento de fuga com a aproximação do pesquisador. Estes constituem o maior número de "olhos" registrados. Porém, outros registros considerados como "olhos" representam animais avistados pelo brilho dos olhos, mas aos quais não é possível a aproximação pelo fato destes se localizarem sob vegetação. Assim, nestas análises seguiu-se a sugestão metodológica de Ron *et al.* (1998), que declarou de um aumento na proporção de olhos refletidos em relação aos números de jacarés que permitem aproximação para identificação pode refletir em um aumento em *wariness,* representando uma resposta comportamental a distúrbios antrópicos (Webb & Messel, 1979).

## Resultados e Discussão

Pelo estudo desenvolvido, foram obtidos registros das quatro espécies de jacarés ocorrentes na região da Amazônia central: *Caiman crocodilus* (jacaretinga; Figura 3A), *Melanosuchus niger* (jacaré-açu; Figura 3B), *Paleosuchus palpebrosus* (jacaré-paguá ou jacaré-pedra; Figura 3C) e *Paleosuchus trigonatus* (jacaré-coroa ou jacaré-pedra; Figura 3D).

*Distribuição e Hábitats*

A distribuição das quatro espécies apresentou-se variável segundo os diferentes ambientes presentes na área de estudo. As duas espécies de *Paleosuchus* foram registradas exclusivamente nos igarapés Saracá e Araticum e nos igarapés da porção a montante das baías circundantes ao lago, sempre em sistemas de correnteza moderada a forte em áreas margeadas por florestas densas e/ou formando igapós estreitos. Já *Caiman crocodilus* apresentou a distribuição mais ampla dentre todas as espécies, ocorrendo em todos os ambientes, porém habitando, nos igarapés, apenas áreas de baixa correnteza nas proximidades de sua foz. Esta espécie ocorreu desde em ambientes abertos (praias e capinzais) até o interior dos igapós e chavascais inundados. Por fim, *Melanosuchus niger* foi encontrado apenas no corpo central do lago Sapucuá ou em igarapés mais largos ao sul deste, habitando exclusivamente ambientes lênticos de grande extensão (lagoas e cabeceiras)

margeados por capinzais e/ou por vegetação arbustiva inundada (chavascais), por vezes em conjunto com *C. crocodilus*.

Os tipos de ambientes acima relacionados com as espécies correspondem ao padrão conhecido para os crocodilianos da região Amazônica (*e.g.*, Da Silveira *et al*., 1997; Rebelo & Lugli, 2001). As localidades de registro das espécies são apresentadas no mapa da Figura 4.

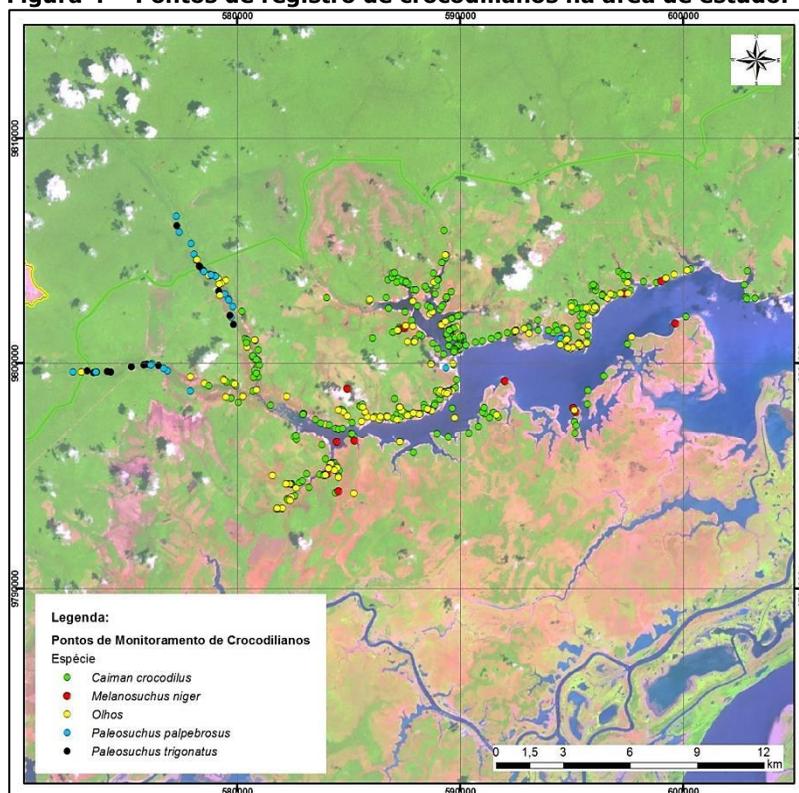
***Figura 3 – Espécies de jacarés registrados no lago Sapucuá, Estado do Pará, Brasil.***

Legenda: A) *Caiman crocodilus*; B) *Melanosuchus niger*; c) *Paleosuchus palpebrosus*; D) *Paleosuchus trigonatus* (Fotos: SAA Morato).

*Densidade e Variações Entre os Anos de Amostragem*

Ao se considerar as seis campanhas de campo realizadas, foram ao todo obtidos 1920 registros das quatro espécies de jacarés para a região estudada. *Caiman crocodilus* foi a espécie mais frequente em todos os anos e períodos, apresentando 988 registros (ou 51,46% do total). A espécie foi seguida por *Paleosuchus palpebrosus* (com 37 registros – 1,93%), *Melanosuchus niger* (22 registros – 1,14%) e, por fim, *Paleosuchus trigonatus* (21 registros – 1,09%). Porém, os valores entre essas três espécies alternaram-se entre os diferentes anos e períodos. Em 2010, *P. palpebrosus* mostrou-se

como a segunda espécie mais abundante, seguida por *P. trigonatus* e, por fim, por *M. niger* em ambas as fases. Já em 2011, *M. niger* se mostrou como a espécie mais frequente em ambas as fases, sendo seguida por *P. palpebrosus* na estação chuvosa e por *P. trigonatus* na seca. Entretanto, o número de registros dessas duas espécies nesta última estação foi bastante próximo. Em 2012, por fim, *M. niger* e *P. trigonatus* foram igualmente frequentes na estação chuvosa, enquanto na estação seca o predomínio deu-se para *P. palpebrosus*, sendo seguida por *M. niger; P. trigonatus* não contou com registros nesta campanha.

**Figura 4 – Pontos de registro de crocodilianos na área de estudo.**

A baixa frequência de registros de jacarés do gênero *Paleosuchus* é uma condição esperada, haja vista os modos de vida crípticos desses animais (Magnusson, 1985). Além disso, as espécies desse gênero detêm, na região de estudo, estratégias de deslocamento por áreas florestais para ocupação de ambientes periodicamente alagados que se estabelecem sobre em áreas mais elevadas (platôs) (Morato *et al*., 2011), condição esta que pode impor uma redução ainda maior nas taxas de encontros de indivíduos nas calhas dos rios, especialmente em períodos chuvosos. Já os baixos índices de registros de *M. niger* sugerem certa pressão sobre a população local dessa espécie, a qual é exclusivamente associada a ambientes aquáticos permanentes e sabidamente abatida em várias regiões da Amazônia (*e.g.,* Da Silveira & Thorbjarnarson, 1999). Entretanto, informações presentes nos estudos de Da Silveira *et al*. (1997) e Rebelo & Lugli (2001) indicam que a espécie apresenta baixas densidades nos afluentes do lado esquerdo do rio Amazonas e, portanto, os valores ora obtidos podem ser devidos a condições naturais.

No que diz respeito a indivíduos não identificados ("olhos"), os mesmos somaram 849 visualizações (ou os restantes 44,22%; *wariness* = 0,44) para o total de seis campanhas realizadas. Entretanto, a maioria absoluta desses registros deu-se na estação seca de 2011 (619 visualizações ou 72,91% do total; *wariness* = 0,7). Os motivos para a divergência de resultados desta campanha em particular não são devidamente entendidos, porém podem deter relação direta com a elevada pluviosidade verificada no início do segundo trimestre daquele ano, a qual gerou uma mudança na dinâmica das cheias e secas típica da região. De fato, por ocasião da campanha de seca de 2011 observou-se ainda a formação de extensas áreas de igapós, nos quais os jacarés se mantiveram abrigados, dificultando sua identificação específica à distância (uma vez que a entrada de embarcações nos igapós é bastante difícil). Em acréscimo, também não se descarta a possibilidade da seca pronunciada do ano anterior (2010) ter induzido os animais a um aumento das taxas de recrutamento em 2011 (haja vista a intensificação da atividade reprodutiva que pode ocorrer durante agregações de jacarés em pequenas áreas, segundo Campos, 1993). Apesar dos dados do segundo ano de estudo (2011) sugerirem uma baixa taxa de indivíduos juvenis naquele período, o número elevado de visualizações de animais não identificados pode ser decorrente de uma alta concentração de filhotes

abrigados no interior de igapós, especialmente de *Caiman crocodilus*.

Para as demais campanhas, os valores de *wariness* foram proporcionalmente bastante reduzidos, variando entre 0,17 (campanha de seca de 2012) a 0,36 (chuvosa de 2011), portanto dentro da normalidade para os padrões amazônicos (*e.g.*, Pacheco, 1996; Ron *et al.*, 1998), indicando pequena pressão antrópica sobre as espécies da região.

Na Tabela 2 e na Figura 5 apresentam-se os números de jacarés avistados (JA) e/ou capturados (JC) por espécie para cada uma das campanhas de campo realizadas, bem como o Índice de Captura (IC) para todos os períodos de amostragem.

A Figura 6 apresenta os dados pluviométricos relativos à região de estudo para os anos de 2010 e 2012. Como se pode verificar, os primeiros meses do ano de 2010 são marcados por uma pluviosidade inferior à média regional (salvo o mês de abril), fator este que gerou uma baixa pronunciada das águas na região do lago Sapucuá no período de seca daquele ano (obs. pess.). Por sua vez, no ano de 2011 observou-se uma pluviosidade elevada nos meses de janeiro a abril e julho, a qual manteve a formação dos igapós anteriormente citados em períodos não condizentes com sua ocorrência natural. No ano de 2012, os dados relativos às taxas de encontro de jacarés se aproximam novamente do verificado para 2010, denotando uma tendência à redução nas populações. Entretanto, como será apresentado, em 2012 a taxa de encontros de juvenis de *Caiman crocodilus* (Classe 2, ou animais com aproximadamente 1 ano de idade) tendeu a ser o dobro de 2010, corroborando a hipótese de um recrutamento elevado em 2011.

Conforme se observa na Tabela 2 e no gráfico da Figura 5, variações nas taxas de encontro das espécies ocorreram entre os anos de amostragem e entre as fases. No geral, entretanto, houve uma tendência de um maior número de registros na época de estiagem em todos os anos. Esta é uma condição normal em estudos com crocodilianos amazônicos, uma vez que as espécies estão sujeitas a variações nas taxas de encontros em função dos regimes de inundação e seca (Ron *et al*., 1998; Da Silveira *et al*., 1997, 2008; Rebelo & Lugli, 2001).

**Tabela 2 – Indivíduos de crocodilianos amostrados o período de chuva e seca ao longo de seis fases de campo realizadas.**

| ESPÉCIE | ESTAÇÃO CHUVOSA 2010 | | | ESTAÇÃO SECA 2010 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | JA | JC | IC | JA | JC | IC |
| *C. crocodilus* | 69 | 11 | 0.16 | 233 | 46 | 0.20 |
| *M. niger* | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0.00 |
| *P. palpebrosus* | 10 | 10 | 1 | 16 | 9 | 0.56 |
| *P. trigonatus* | 4 | 3 | 0.75 | 9 | 8 | 0.89 |
| Olhos | 31 | - | - | 71 | - | - |
| Total | 116 | 24 | 0.21 | 331 | 63 | 0.24 |
| | ESTAÇÃO CHUVOSA 2011 | | | ESTAÇÃO SECA 2011 | | |
| | JA | JC | IC | JA | JC | IC |
| *C. crocodilus* | 55 | 9 | 0.16 | 235 | 17 | 0.07 |
| *M. niger* | 2 | 0 | 0 | 11 | 1 | 0.09 |
| *P. palpebrosus* | 1 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0.20 |
| *P. trigonatus* | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0.28 |
| Olhos | 34 | - | - | 619 | - | - |
| Total | 92 | 9 | 0,09 | 878 | 21 | 0,02 |
| | ESTAÇÃO CHUVOSA 2012 | | | ESTAÇÃO SECA 2012 | | |
| | JA | JC | IC | JA | JC | IC |
| *C. crocodilus* | 163 | 36 | 0.22 | 233 | 37 | 0.16 |
| *M. niger* | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0.50 |
| *P. palpebrosus* | 1 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0.75 |
| *P. trigonatus* | 3 | 1 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| Olhos | 44 | - | - | 50 | - | - |
| Total | 214 | 37 | 0.17 | 289 | 41 | 0.14 |

Legenda: JA: Número de indivíduos avistados; JC: Número de indivíduos capturados; IC: Índice de Captura por espécie.

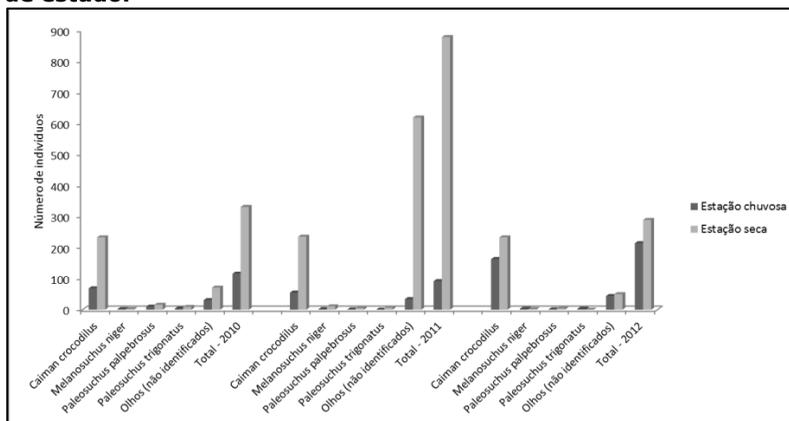
**Figura 5 – Indivíduos de jacarés visualizados nos períodos de chuva e seca ao longo de seis fases de campo realizadas na área de estudo.**

Ao se considerar o número de indivíduos capturados, houve variação também entre as seis campanhas (Figura 7). Ao todo, 157 jacarés das quatro espécies foram capturados ao longo do estudo (ver Tabela 3.09). Acompanhando a tendência do número de visualizações, as maiores taxas de capturas ocorreram também nas fases de seca, quando as condições de baixa das águas favoreceram a atividade. A maior taxa de capturas no período de estiagem de 2010 (três vezes maior do que no mesmo período do ano subsequente e 1,5 vezes superior a 2012) pode ser devida à intensa seca observada naquele ano, a qual gerou alta concentração de indivíduos em áreas rasas e pequenas. Por outro lado, a presença de igapós durante o período seco no ano de 2011 pode ser o fator responsável pela baixa taxa de capturas no mesmo (praticamente metade do ano de 2012). Desta forma, em conformidade com o apresentado por Da Silveira *et al.* (2008), observa-se uma relação inversa entre o nível das águas e as taxas de captura de jacarés na região de estudo.

**Figura 6 – Dados pluviométricos da região de Porto Trombetas entre os anos de 2010 e 2012.**

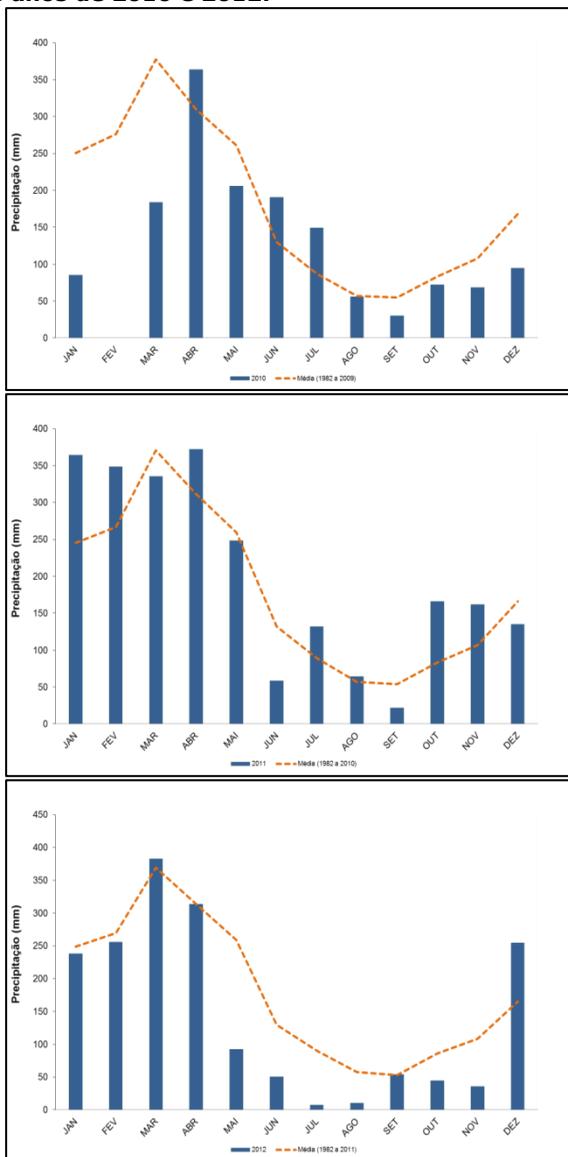
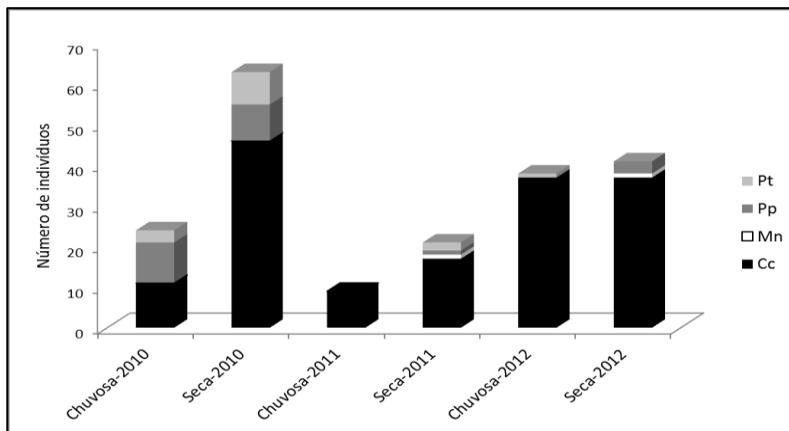



**Figura 7 – Números de jacarés capturados (dados totais e por espécie) por campanha de campo na área de estudo.**

Legenda: Pt: *Paleosuchus trigonatus*; Pp: *Paleosuchus palpebrosus*; Mn: *Melanosuchus niger*; Cc: *Caiman crocodilus*.

*Variações Populacionais*

As análises quanto à estrutura e variação sazonal populacional foram conduzidas somente com *Caiman crocodilus*, haja vista a baixa taxa de encontros obtida com as demais espécies (*e.g.*, Da Silveira *et al.*, 1997).

No que diz respeito à estrutura sexual da população da espécie, observou-se, para todos os períodos e independente das classes etárias, uma predominância de machos em relação a fêmeas e/ou a indivíduos não determinados (Figura 6). Na maior parte das campanhas os machos atingiram ou superaram o dobro do número de fêmeas. Entretanto, tal condição mostra-se como natural para populações desta espécie, não podendo ser relacionada com impactos de natureza antropogênica (*e.g.*, Escobedo-Galván & González-Maya, 2006; Escobedo-Galván, 2008).

Em relação às classes de tamanho de *C. crocodilus*, observa-se a predominância de indivíduos juvenis (Classe 2) em todos os anos e períodos, situação esta também típica em populações dessa espécie (*e.g.*, Rebelo & Lugli, 2001; Escobedo-Galván, 2008; Aguilera *et al.*, 2008) (Figura 9). Comparativamente em relação aos anos de amostragem, observa-se uma homogeneidade nos dados entre 2010 e 2011

para todas as fases de desenvolvimento, demonstrando uma população em estabilidade no período considerado. Já para o ano seguinte, observa-se um incremento nas Classes 1 e 2, corroborando a hipótese de alta taxa de recrutamento em 2011 e início de 2012. Já indivíduos das Classes 3 e 4 mantiveram-se em taxas similares, demonstrando também uma condição de estabilidade populacional ao longo do período de estudo.

**Figura 8 – Relações entre machos, fêmeas e indivíduos indeterminados de *Caiman crocodilus* por campanha.**

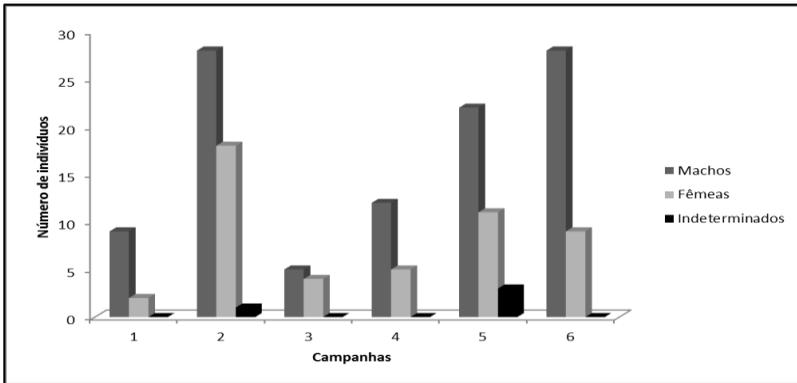
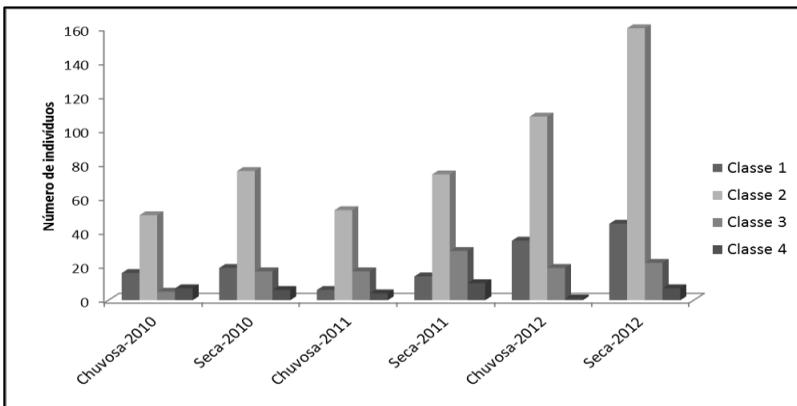



**Figura 9 – Números de indivíduos de *Caiman crocodilus* de diferentes classes de tamanho registradas por campanha.**

*Uso do Hábitat*

Pelos dados obtidos no presente estudo, observa-se haver segregação parcial de habitats pelos crocodilianos da região do lago Sapucuá. *Caiman crocodilus* consiste na única espécie avistada ao longo de toda a área de estudo, apresentando, entretanto, relação exclusiva com os ambientes de menor energia e ocorrendo, nas áreas dos igarapés, apenas no baixo curso destes, nestes casos sempre em indivíduos com tamanhos relacionados apenas à Classe 2. Infere-se, portanto, que a presença da espécie nessas áreas deve-se a indivíduos que se encontram em processo de dispersão para fins de estabelecimento de seus territórios. Indivíduos de maior porte e ninhadas ocorreram exclusivamente nas áreas de grandes massas d'água do lago Sapucuá e em lagoas e cabeceiras marginais a este. É possível, inclusive, que a espécie nidifique nesses ambientes, fato este aventado pela alta incidência de indivíduos da Classe 1 e informado por moradores locais que confirmaram a presença da espécie e seus ninhos nos mesmos.

O jacaré-açu, *Melanosuchus niger,* ocorreu em baixa densidade na região durante as épocas de amostragem. Conforme já citado, estudos na literatura indicam que é difícil encontrar essa espécie em altas densidades nos afluentes do lado esquerdo do rio Amazonas, podendo tal condição, portanto, ser considerada como natural, embora algumas ações de abate sobre a espécie (especialmente sobre indivíduos de grande porte) tenham sido verificadas durante o estudo.

Quanto a indivíduos do gênero *Paleosuchus*, estes se mostraram associados exclusivamente aos ambientes de mata fechada, com água corrente e cristalina dos igarapés na área de estudo. A ausência do gênero em águas abertas é um indício dessa associação.

A variação sazonal no nível da água possui implicações importantes sobre a dinâmica das espécies na região. A formação de igapós consiste possivelmente no principal fator determinante das menores taxas de encontro de espécimes no lago Sapucuá durante as fases de cheia, especialmente no tocante a *Caiman crocodilus* e, possivelmente em menor escala, a *Melanosuchus niger*. Já para as áreas dos igarapés, as fases chuvosas implicaram em uma menor taxa de encontro de indivíduos de *Paleosuchus* spp., possivelmente em função do hábito dessas espécies se deslocarem pelas matas em busca de lagoas e poças

temporárias como áreas de alimentação, chegando inclusive a ocupar os ambientes presentes sobre os platôs da FLONA (Morato *et al*., 2011). Poder-se-ia inferir que as reduções das taxas de encontro dessas espécies ao longo do período de estudo detenha relação com a perda temporária de hábitats nas áreas de platôs pelo processo de mineração. Seria esperado, nessa condição, um aumento das taxas de encontro de indivíduos restritos à calha dos igarapés, situação que não foi verificada e que induz à suposição da perda de indivíduos ao longo do tempo. Entretanto, a constatação, ao longo dos três anos, de indivíduos juvenis (classes 1 e 2) das duas espécies de *Paleosuchus* na região sugere recrutamento das mesmas durante o período de estudos, indicando que as reduções observadas possam consistir em situações naturais da biologia das espécies. Deve-se salientar também que indivíduos de *Paleosuchus* têm sido constatados nas áreas em recuperação ambiental estabelecidas sobre os platôs regionais (obs. pess.), indicando que o impacto da supressão vegetal pela mineração pode ser remediado através da adoção dessas medidas.

*Conservação das Espécies*

No geral, as espécies de crocodilianos da área de estudo são pouco suscetíveis a impactos de natureza antropogênica. As espécies do gênero *Paleosuchus*, enquanto associadas exclusivamente a igarapés, apresentariam mais susceptibilidade à perda de hábitats. Entretanto, as áreas de igarapés mostram-se íntegras na área em estudo, podendo ser inferida uma pequena interferência sobre tais espécies. Por outro lado, a supressão vegetal estabelecida sobre os platôs gera perda de hábitats para indivíduos juvenis durante os períodos chuvosos (ocasião em que os mesmos buscam poças temporárias como abrigos ou áreas de alimentação). Entretanto, conforme citado, registros da espécie em locais sob recuperação ambiental indicam que a espécie pode ser protegida mediante tais ações.

Quanto a *Caiman crocodilus*, a espécie mostra-se abundante na região, apresentando inclusive elevado recrutamento (evidenciado pela alta densidade de indivíduos das Classes 1 e 2 durante o período de estudos). Indivíduos juvenis e alguns adultos foram frequentemente encontrados habitando as áreas de praias estabelecidas em frente a comunidades humanas regionais, demonstrando pouca interferência sobre a espécie. A própria taxa de *wariness* obtida mostra-se como baixa, indicando pequena perturbação sobre a espécie.

Quanto a *Melanosuchus niger*, por fim, os dados obtidos não permitem fazer afirmações quanto a possíveis ameaças significativas. Indivíduos juvenis foram registrados indicando o recrutamento da espécie, porém em taxas baixas. Segundo informes da população regional, indivíduos de grande porte são por vezes abatidos como estratégia de segurança (condição esta verificada por ocasião da segunda campanha de campo – Figura 10). Entretanto, esta parece ser uma condição eventual na região.

**Figura 10 – Indivíduo de *Melanosuchus niger* encontrado abatido durante a segunda campanha de campo realizada na área de estudo.**

Foto: SAA Morato

## Conclusões

Mediante o estudo realizado, observou-se que a comunidade de crocodilianos da região do lago Sapucuá é similar às de outras regiões de Amazônia setentrional. As taxas relativas de indivíduos das diferentes espécies, a ocupação de hábitats e as densidades de indivíduos de diferentes classes etárias de *Caiman crocodilus* são elementos que sustentam esta afirmativa.

O estudo ora realizado permitiu avaliar a densidade, a ocupação de habitats pelas diferentes espécies e algumas das pressões incidentes sobre as mesmas na região de estudo. Os

resultados obtidos permitem afirmar que não existem impactos derivados da mineração na FLONA sobre os crocodilianos da região, salvo pequenas interferências sobre o hábitat de jacarés do gênero *Paleosuchus* durante períodos chuvosos, os quais ocupam as áreas de lagoas e poças temporárias que se estabelecem sobre os platôs durante seus processos de deslocamento, possivelmente com vistas a estabelecer seus territórios. Embora a supressão vegetal dos platôs imponha a perda momentânea desses ambientes, as atividades de recuperação ambiental têm funcionado como uma estratégia de conservação, na medida em que tem garantido o retorno dessas espécies ao seu hábito normal nessas áreas. Além disso, indivíduos juvenis das espécies desse gênero foram visualizados ao longo dos igarapés durante os três anos de estudo, indicando que o recrutamento tem sido mantido.

Quanto às variações temporais, observou-se uma elevada taxa de recrutamento ao longo dos três anos de monitoramento para *C. crocodilus*. Embora esta espécie possa ser considerada como de pequena importância como indicadora (haja vista seus hábitos generalistas), o recrutamento observado sugere uma alta disponibilidade de recursos alimentares na região (especialmente peixes e invertebrados aquáticos), refutando a ocorrência de impactos derivados da mineração sobre a qualidade dos recursos hídricos do lago Sapucuá que pudessem afetar esta fauna.

Por fim, durante o estudo avaliou-se os impactos derivados da ocupação antrópica regional sobre os crocodilianos. O uso das espécies como alimento, embora tenha sido informado, parece ser pouco significativo, sendo o abate mais direcionado a indivíduos adultos de grande porte de *Melanosuchus niger* em função de medidas de proteção contra ataques. Mesmo nesses casos, entretanto, o impacto não parece ser relevante, uma vez que essa espécie habita áreas mais isoladas do lago Sapucuá, onde a presença humana é menos intensa.

## Referências Bibliográficas

Aguilera, X.; Coronel, J.C.; Oberdorff, T.; Van-Damme, P.A., 2008. Distribution patterns, population status and conservation of *Melanosuchus niger* and *Caiman yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) in oxbow lakes of the Ichilo river floodplain, Bolivia. Rev. Biol. Trop. 56 (2): 909-929.

Botero-Arias, R., 2007. Padrões de uso de movimento, uso de microhabitat e dieta do jacaré-paguá, *Paleosuchus palpebrosus*

(Crocodylia: Alligatoridae), em uma floresta de paleovárzea ao sul do rio Solimões, Amazônia Central, Brazil, Dissertação de Mestrado. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 45p.

Brazaitis, P.; Rebêlo, G.H.; Yamashita, C.; Odierna, E.A.; Watanabe, M.E., 1996. Threats to brazilian crocodilian populations. Oryx 30: 275-284.

Brochu, C.A., 2003. Phylogenetic approaches toward crocodilian history. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 31: 357-397.

Campos, Z., 1993. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. Journal of Herpetology 27 (2): 127-132.

Campos, Z.; Llobet, A.; Piña, C.I.; Magnusson, W.E., 2010. Yacare Caiman *Caiman yacare*. *In:* S.C. Manolis and C. Stevenson (eds.). Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition. Darwin: Crocodile Specialist Group, p. 23-28.

Carvalho, A.L., 1951. Os jacarés do Brasil. Arq. Mus. Nacional (Rio de Janeiro) 42: 125-139.

CITES, 1995. CITES Identification Guide – Crocodilians: Guide to the identification of crocodilian species controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 148p.

Cherkiss, M.; Mazzotti, F.J.; Rice, K.F., 2006. Effects of shoreline vegetation on visibility of American crocodiles (*Crocodylus acutus*) during spotlight surveys. Herpetological Review 37(1): 37-40.

Da Silveira, R.; Magnusson, W.E.; Campos, Z., 1997. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. Journal of Herpetology 31 (4): 514-520.

Da Silveira, R., 2003. Avaliação preliminar da distribuição, abundância e da caça de jacarés no baixo Rio Purus. In: Deus, C.P.; Da Silveira, R.; Pydaniel, L.H.R. (orgs.). Piagaçu-Purus: bases científicas para a criação de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Manaus: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá 1: 61-64.

Da Silveira, R.; Magnusson, W.E.; Thorbjarnarson, J.B., 2008. Factors affecting the number of caimans seen during spotlight surveys in the Mamirauá Reserve, Brazilian Amazonia. Copeia 2008 (2): 425-430.

Da Silveira, R.; Thorbjarnarson, J.B., 1999. Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá sustainable development reserve, Brazil. Biological Conservation 88: 103-109.

Escobedo-Galván, A.H.; González-Maya, J.F., 2006. Estructura poblacional Y proporción de sexos del Caimán (*Caiman crocodilus*) em el rio Sierpe, Costa Rica. Acta Zool. Mexicana 22 (2): 151-153.

Escobedo-Galván, A.H., 2008. Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. Iheringia, Sér. Zool., 98 (4): 489-492.

Groombridge, B., 1987. The distribution and status of World crocodilians. *In:* G.J. Webb; S.C. Manolis & P.J. Whitehead (eds.) Wildlife Management: Crocodiles and Alligators, p.43-47.
Herron, J.C., 1994. Body size, spatial distribution and microhabitat use in the caimans, *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus*, in a Peruvian lake. Journal of Herpetology 28 (4): 508-513.
Magnusson, W.E., 1985. Habitat selection, parasites and injuries in Amazon crocodilians. Amazoniana 9: 193-204.
Magnusson, W.E., 1992. *Paleosuchus*. *In*: P. Hall & R. Bryant (eds). Crocodiles; Their Ecology, Management and Conservation. Gland: IUCN, p. 101-109.
Magnusson, W.E.; Mourão, G., 1997. Manejo extensivo de Jacarés no Brasil. *In:* C. Valladares-Padua, R.E. Bodmer & L. Cullen (eds.). Manejo e Conservação da Fauna Silvestre no Brasil. Manaus: Sociedade Civil Mamirauá, p. 214-221.
Magnusson, W.E., 1985. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodilians. Journal of Herpetology 2: 85-95.
Magnusson, W.E.; Lima, A.P., 1991. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. Journal of Herpetology 25 (1): 41-48.
Marioni, B.; Da Silveira, R.; Magnusson, W.E.; Thorbjarnarson, J., 2008. Feeding behavior of two simpatric caiman species, *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger*, in the Brazilian Amazon. Journal of Herpetology 42 (4): 768-772.
Martin, S., 2008. Global diversity of crocodilies (Crocodilia, Reptilia) in freshwater. Hydrobiologia 595: 587-591.
Medem, F., 1967. El género *Paleosuchus* en Amazônia. Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, vol.3 (Limnologia), p. 141-162.
Medem, F., 1971. Biological isolation of sympatric species of South American Crocodilia. IUCN Publ. New Series Suppl. Paper, vol. 32, p. 152-158.
Medem, F., 1983. Los Crocodylia de Sur America. Vol. 2. Bogotá, Colciencias, 270p.
Meffe, G.K.; Carroll, C.R., 1997. Principles of Conservation Biology. Massachusetts: Sinauer Associates, Sunderland.
Morato, S.A.A.; Batista, V.B.G.V.; Paz, A., 2011. *Paleosuchus trigonatus* (smooth-fronted Caiman): diet and movement. Herpetological Bulletin 115: 34-35.
O'Brien, T.G., 1990. A comparison of 3 survey methods of estimating relative abundance of rare crocodilians. *In*: Proceedings of the 10th Working Meeting Crocodile Specialist Group, vol.2, p.91-108.
Pacheco, L.F., 1996. Wariness of *Caiman* populations and its effect on abundance estimates. Journal of Herpetology 30 (1): 123-126.
Rebelo, G.H., 1982. Avaliação de populações de crocodilianos do médio rio Trombetas, Pará. Revista Brasileira de Zoologia 1 (1): 91-94.
Rebelo, G.H.; Lugli, L., 2001. Distribution and abundance of four caimans species (Crocodylia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. Revista de Biologia Tropical 49: 1095 – 1109.

Rebelo, G.H.; Magnusson, W.E., 1983. Living crocodilians. In: C.A. Ross, S. Garnett & T. Pyrzakowski (Orgs). Crocodiles and Alligators. Australia: Golden Press, Silverwater. 250p.
Ron, S.R.; Vallejo, A.; Asanza, E. 1998. Human influence on the wariness of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Cuyabeno, Ecuador. Journal of Herpetology 32 (3): 320-324.
Ross, J.P., 1998. Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan. 2nd Edition. Crocodile Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN/SSC, 96p.
Ross, C.A., Magnusson, W.E., 1989. Living crocodilians. *In*: C.A. Ross & S. Garnett (Eds.). Crocodiles and Alligators. London: Merehurst Press, 240p.
Scott, N.J.; Limerick, S., 1983. Reptiles and Amphibians. In: D.H. Janzen (Ed.). Costa Rican Natural History, p. 351-425.
Thorbjarnarson, J.B., 1992. Crocodyles: an action plan for their conservation. Gland: The World Conservation Union, 96p.
Vasconcelos, W.R.; Hrbek, T.; Da Silveira, R.; De Thoisy, B.; Ruffeil, L.A.A.S.; Farias, I.P., 2008. Phylogeography and conservation genetic analysis of the Black caiman (*Melanosuchus niger*). Journal of Experimental Zoology 309A: 600-613.
Webb, G.J.B.; Messel, H., 1979. Wariness in *Crocodylus porosus* (Reptilia: Crocodilidae). Australian Wildlife Research 1979 (6): 227-234.

*Paleosuchus trigonatus* (Foto: SAA Morato)

*Corallus hortulanus*
(Foto: SAA Morato)

Este livro apresenta os resultados de mais de 12 anos de estudos sobre a herpetofauna da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará, conduzidos pelas equipes de profissionais da Mineração Rio do Norte e da STCP Engenharia de Projetos em parceira com diversas instituições de pesquisa do Brasil, sempre com o respaldo e apoio do IBAMA e do ICMBio Trombetas. A expectativa dos editores e autores é que os resultados aqui apresentados contribuam com o processo de gestão da FLONA e sejam aplicáveis ao conhecimento e à conservação desse importante grupo faunístico no contexto da Amazônia.